

# TRABAJO FIN DE GRADO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

## PROYECTO DE INTERVENCIÓN: BATERÍA DE EJERCICIOS PARA LA MEJORA DE LA DORSIFLEXIÓN DE TOBILLO EN JUGADORES DE FÚTBOL

PROXECTO DE INTERVENCIÓN: BATERÍA DE EXERCICIOS PARA  
A MELLORA DA DORSIFLEXIÓN DO NOCELLO EN XOGADORES  
DE FÚTBOL

INTERVENTION PROYECT: DRILL EXERCISES TO IMPROVE  
ANKLE DORSIFLEXION IN SOCCER PLAYERS

---

ALUMNO: ADRIÁN MAROÑAS PIÑEIRO

TUTOR: MIGUEL SANTIAGO ALONSO

CURSO: 2017-2018

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE



FACULTADE DE CIENCIAS DO DEPORTE E A EDUCACIÓN FÍSICA

## INDICE

1. JUSTIFICACION Y OBJETIVOS	7
1.1. Justificación	7
1.2. Formulación del problema	8
1.3. Objetivos principales	8
1.4. Objetivos secundarios	8
2. CONTEXTUALIZACION	8
2.1. Osteología del pie y tobillo	8
2.2. Miología del pie y tobillo	10
2.3. Biomecánica	13
2.3.1. Cinesiología del pie y tobillo	13
2.3.2. Relaciones óseas	16
2.3.3. Relaciones musculares	16
2.3.4. Consecuencias de las alteraciones de las relaciones	18
2.4. ROM normal de la flexión dorsal y flexión plantar del tobillo	19
2.5. DFROM de tobillo limitado y sus consecuencias en el fútbol	21
2.6. Mecanismos de lesión más frecuentes en fútbol	22
2.7. Lesiones más frecuentes en el fútbol	23
2.8. Reducción del riesgo lesional en fútbol en los últimos años	24
2.9. Estudios para mejorar el DFROM de tobillo en futbolistas	25
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	26
3.1. Introducción	26
3.2. Valoraciones iniciales y finales	28
3.2.1. Valoración analítica del tobillo	28
3.2.1.1. Método de medición en descarga	28
3.2.1.2. Método de medición en carga	29
3.2.1.3. Relación entre las técnicas elegidas	29
3.2.2. Valoración articular analítica	30
3.2.2.1. Test de Jack para Windlass	30
3.2.2.2. Navicular Drop	31
3.2.2.3. Linea de Helbing	32
3.2.2.4. Eje subastragalino	32
3.2.2.5. ROM rotación interna y externa de cadera	33
3.2.3. Valoración articular funcional (Lateral Step Down)	33
3.2.4. Técnicas de recogida de datos	34
3.3. Batería de ejercicios para la mejora de la DFROM	35
3.3.1. Periodización	35
3.3.2. Temporalización	35
3.3.3. Contenidos	36
3.3.3.1. Calentamiento / Core	36
3.3.3.2. Flexibilidad cadena posterior	37

3.3.3.3. Fuerza específica de tobillo	37
3.3.3.4. Fuerza funcional	38
3.3.3.5. SGA	39
3.4. Recursos humanos y materiales	40
3.4.1. Recursos humanos	40
3.4.2. Recursos materiales	40
3.4.2.1. Material de testaje	40
3.4.2.2. Material de sesión	40
4. EVALUACION DEL PROYECTO	40
5. BIBLIOGRAFIA	42
6. ANALISIS DE LAS COMPETENCIAS	47
6.1. Competencias específicas	47
6.2. Competencias transversales	51
6.3. Competencias nucleares	56
6.4. Análisis crítico	57
ANEXO I. PLANILLA DE VALORACIÓN	59
ANEXO II. BATERIA DE EJERCICIOS	62

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Músculos PF del tobillo. Elaboración propia, basado en Tórtora. (Modificado)	11
Tabla 2: Músculos DF del tobillo. Elaboración propia, basado en Tórtora. (Modificado)	12
Tabla 3: Tipos de fuerza que afectan al cuerpo. Elaboración propia, basado en Kirby, K.A.	14
Tabla 4: Rango de DF con rodilla extendida (Gemelo) y rodilla flexionada (Sóleo) en diferentes estudios en fútbol y fútbol sala	20
Tabla 5: ROM de DF y PF según diferentes autores. Elaboración propia.	20
Tabla 6: ROM activa en carga de DF y PF. Elaboración propia.	21
Tabla 7: Mecanismos de lesión más frecuentes en las ligas de fútbol de élite europeo en la temporada 2015-2016	22
Tabla 8: Entrevista. Elaboración propia.	26
Tabla 9: Metodología del proyecto. Elaboración propia.	28
Tabla 10: Medición del ROM medio de DF en la prueba en carga Lunge Test para 3 pruebas diferentes.	29
Tabla 11: Valores del Navicular Drop.	31
Tabla 12: Fiabilidad del Navicular Drop. Elaboración propia.	31
Tabla 13: Criterios de interpretación test Lateral Step Down. Elaboración propia.	34
Tabla 14: Fiabilidad del test Lateral Step Down. Elaboración propia.	34
Tabla 15: Periodización de la batería de ejercicios. Elaboración propia.	35
Tabla 16: Temporalización de sesiones de la batería de ejercicios. Elaboración propia.	36
Tabla 17: Calentamiento. Elaboración propia.	36
Tabla 18: Flexibilidad cadena posterior. Elaboración propia.	37
Tabla 19: Fuerza específica de tobillo. Elaboración propia.	37
Tabla 20: Funcional. Elaboración propia.	39
Tabla 21: SGA. Elaboración propia.	39
Tabla 22: Mejora del DFROM por valor. Elaboración propia.	41
Tabla 23: Mejora del DFROM por grupo. Elaboración propia.	41
Tabla 24: Resultados valoración funcional por valor. Elaboración propia.	41
Tabla 25: Resultados valoración funcional por grupo. Elaboración propia.	41
Tabla 26: Competencias específicas del Grado CAFYDE. Elaboración propia.	47
Tabla 27: Competencias transversales del Grado CAFYDE. Elaboración propia.	52
Tabla 28: Competencias nucleares del Grado CAFYDE. Elaboración propia.	56



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Radiografía del tobillo. Vista lateral y frontal	9
Figura 2: Huesos del pie. Vista lateral y medial	10
Figura 3: Musculatura implicada en la DF y PF	12
Figura 4. Movimiento del tobillo: amplitud normal durante una zancada	13
Figura 5. Intensidad media normal y cronometraje de los músculos dorsiflexores de tobillo durante la marcha (cuantificada mediante electromiograma)	13
Figura 6. Cadenas musculares	17
Figura 7. Limitaciones de la DF	18
Figura 8: ROM de DF y FP del tobillo	19
Figura 9: Ratio de lesiones en las ligas de fútbol de élite europeo durante las últimas 15 temporadas	25
Figura 10: Lunge Test	29
Figura 11: Arco longitudinal interno a la izquierda y fascia plantar a la derecha	30
Figura 12: Musculatura implicada en el Windlass	31
Figura 13: Diferentes alturas del navicular para diferentes situaciones. A: neutral. B: posición relajada	32
Figura 14: Línea de Helbing. Elaboración propia	32
Figura 15: Eje subastragalino. Elaboración propia	33
Figura 16: Lateral Step Down. Elaboración propia.	34

## INDICE DE ABREVIATURAS

AAOS: Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos.  
Abd: abducción.  
Add: aducción.  
ALI: arco lateral interno.  
APF: apoyo final.  
APM: apoyo medio.  
ASA: articulación subastragalina.  
BF: bíceps femoral.  
BLP: balance lumbopélvico.  
CI: contacto inicial.  
DF: dorsiflexión.  
DFROM: rango de movimiento de la dorsiflexión.  
DFROMi: rango de movimiento de la dorsiflexión inicial.  
DFROMf: rango de movimiento de la dorsiflexión final.  
FRS: fuerza de reacción del suelo.  
IF: interfalángica.  
ITB: banda iliotibial.  
LCA: ligamento cruzado anterior.  
LLE: ligamento lateral externo.  
LLI: ligamento lateral interno.  
MTT: metatarso.  
MTF: metatarsofalángica.  
OSF: oscilación final.  
OSI: oscilación inicial.  
OSM: oscilación media.  
PA: peroneo anterior.  
PF: plantarflexión.  
PLL: peroneo lateral largo.  
POS: pre-oscilación.  
RC: respuesta a la carga.  
ROM: rango de movimiento.  
SGA: stretching global active.  
SNC: sistema nervioso central.  
TA: tibial anterior.  
TFL: tensor de la fascia lata.  
TP: tendinopatía patelar.  
TPA: articulación tibioperoneastragalina.  
TRP: tiempo de reacción peroneal.  
VL: vasto lateral.

## **1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

### **1.1. Justificación**

El fútbol es uno de los deportes con más altas tasas lesionales y la mayor parte de estas lesiones ocurren por mecanismos de no contacto. Es por esto que creo oportuno y necesario realizar investigaciones que traten de mejorar la calidad de movimiento de los jugadores y diseñar programas de ejercicios que consigan estas mejoras, ya que definiendo a uñas y dientes la frase “No nos movemos para estar en forma, si no que nos ponemos en forma para movernos”.

Esta frase me parece de lo más acertada ya que si eres deportista y pisas mal, tarde o temprano te vas a lesionar, si no tienes una buena extensión de rodilla, tarde o temprano te vas a lesionar y por supuesto si tienes un dorsiflexión de tobillo reducida, tarde o temprano, te vas a lesionar.

Lo principal para la práctica deportiva, es asegurar una buena estructura, para que la parte funcional se vea lo menor afectada posible y después, aportar una buena base de movimiento sobre la que cimentar las habilidades específicas del fútbol. De esta forma, tener el rango de movimiento (ROM) óptimo en las articulaciones más importantes para el fútbol, como es el tobillo, es de vital importancia para la buena y saludable práctica deportiva, y en consecuencia, un mayor rendimiento, principal motivo por el que trabajan todos los días los graduados en Ciencias de la Actividad Física y Deporte.

Los futbolistas debido a su actividad, golpes con los pies, las botas de fútbol, los terrenos de juego y la exposición a un alto número de impactos, suelen padecer un rango de movimiento de dorsiflexión (DFROM) de tobillo reducida que les puede llevar a sufrir lesiones no sólo en los tobillos, sino también en otras articulaciones como rodilla y cadera principalmente. Esta limitación es un factor de riesgo para numerosas lesiones que día a día se ven en un campo de fútbol, la más conocida, la rotura de ligamento cruzado anterior (LCA).

Este trabajo trata de ayudar a entrenadores, preparadores y readaptadores físicos a prevenir un factor de riesgo tan común como es la movilidad reducida de tobillo en el plano sagital dentro de un contexto futbolístico. Un tema que apenas ha sido tratado y expuesto anteriormente por ningún autor, otro de los factores que me llevó a realizar esta batería de ejercicios.

Además, personalmente me veo motivado a realizar este trabajo ya que el mundo del fútbol ha sido fuente de muchas de las más grandes y maravillosas experiencias en mi corta vida. Desde partidos maravillosos en estadios tan consagrados como Las Gaunas, Pasarón o San Lázaro hasta pequeñas anécdotas en los cientos o miles de viajes realizados para poder disputar un partido o entrenar, el fútbol me hizo y me hace disfrutar cada día. Pero como en toda buena historia, no todo huele a rosas y por desgracia, mi experiencia deportiva me aportó gran variedad de lesiones.

Tratando de aportar mi granito de arena a este gran desierto que es el mundo de la actividad física y el deporte, y más concretamente a la prevención de lesiones, escribo en estas líneas mi trabajo de fin de grado para que todo deportista y en especial los futbolistas, puedan disfrutar cada día más y mejor del deporte y que este no sólo les deprete alegrías, si no también, tratar de reducir al máximo las situaciones desagradables como son las lesiones.

### **1.2. Formulación del problema**

Observar si el ROM reducido de la DF de tobillo de futbolistas puede ser mejorado/aumentado a través de la realización de una batería test de diseño propio, y si este aumento del ROM mejora la funcionalidad del sujeto en un Lateral Step Down.

### **1.3. Objetivos principales**

- Mejorar el ROM de la dorsiflexión de tobillo a través del ejercicio en sujetos sin patología.
- Mejorar la funcionalidad del tobillo, rodilla y cadera en un Lateral Step Down.

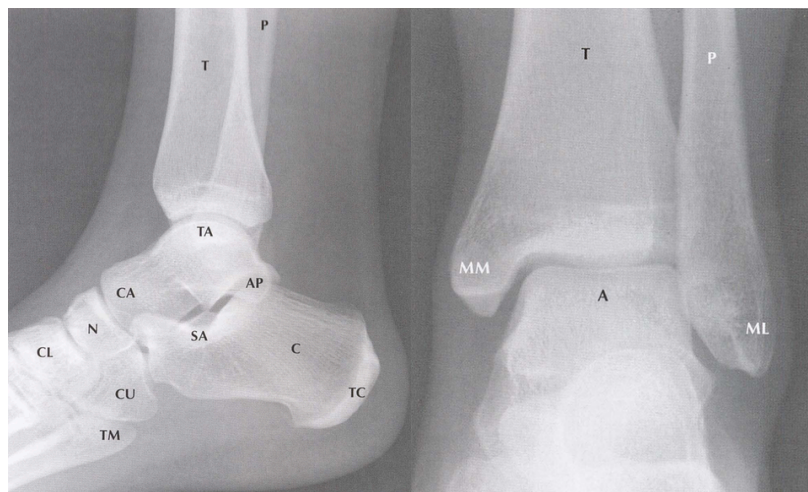
### **1.4. Objetivos secundarios**

- Conocer la anatomía y biomecánica del pie y tobillo.
- Diseñar ejercicios orientados a la mejora de la dorsiflexión de tobillo.
- Conocer y aplicar diferentes testajes que aporten conocimiento sobre el estado del tobillo.
- Realizar una revisión bibliográfica para conocer el estado actual del tema.

## **2. CONTEXTUALIZACION**

### **2.1. Osteología del pie y tobillo**

La articulación del tobillo es el nombre común que recibe la articulación tibioperoneastragalina (TPA), comprendida por la tibia, el peroné y el astrágalo, que es el lugar de unión entre la pierna y el pie.<sup>1</sup> El movimiento de esta articulación se encuentra en el plano sagital y por lo tanto son de extensión y flexión, más comúnmente conocidos por flexión dorsal o dorsiflexión (DF), que es la aproximación del dorso del pie a la cara anterior de la tibia, y por flexión plantar o plantarflexión (PF), el alejamiento del dorso del pie de la cara anterior de la tibia.<sup>1</sup> Además es muy importante la asociación entre el tobillo y la articulación subtalar o subastragalina (ASA), formada por el calcáneo y el astrágalo, ya que una no puede funcionar independientemente de la otra, pero tradicionalmente solo la primera recibe el nombre de articulación del tobillo, para evitar confusiones esto no se modificó, a pesar de ser correcto.<sup>2</sup>



**Figura 1: Radiografía del tobillo. Vista lateral y frontal<sup>3</sup>**

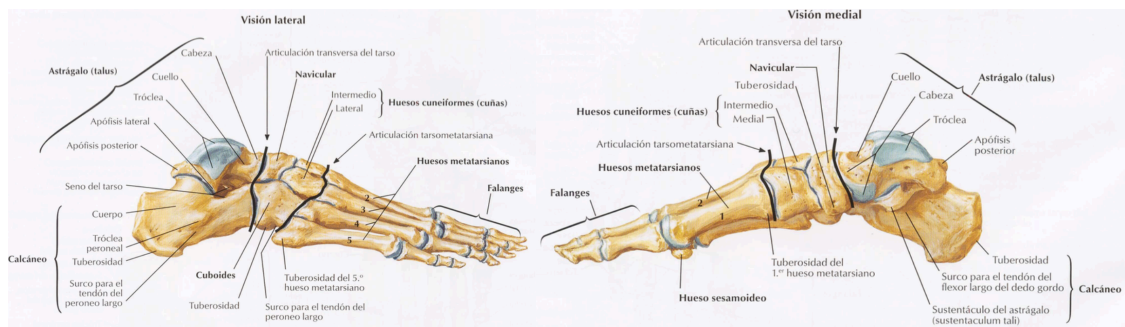
En los movimientos extremos no solo interviene la TPA sino que se añade la amplitud propia de las articulaciones del tarso, por lo que también deberían de tenerse en cuenta en un plano funcional los movimientos y momentos que se producen en el pie ya que podrían condicionar la DF. A la hora de evaluar y testar el rango de movimiento de la dorsiflexión (DFROM), se deben despreciar ya que producen movimientos en otros planos.<sup>1</sup>

En el pie diferenciamos 26 huesos entre tarso, metatarso y falanges, y funcionalmente se suele dividir en<sup>3</sup>:

- Retropié: astrágalo y calcáneo.
- Mediopié: escafoides o navicular, cuboides y cuñas (3).
- Antepié: metas (5) y falanges (14).

El retropié y mediopié forman parte del tarso, mientras que el antepié forma el metatarso y las falanges. Todos estos huesos forman entre sí las articulaciones del pie, que son las siguientes<sup>1</sup>:

- a) Articulación subastragalina (ASA): formada por el astrágalo y calcáneo. Articulación muy estable. Posee un apoyo ligamentario compuesto por el ligamento lateral externo (LLE), ligamento lateral interno (LLI), ligamento astragalocalcaneo interóseo y ligamento astragalocalcaneo posterior y lateral. Realizan el movimiento de eversión e inversión.
- b) Articulación mediotarsiana o Chopart: formada por el astrágalo y navicular y el calcáneo y cuboides. Articulación con cápsula propia y muy reforzada por varios ligamentos; también aportan importante apoyo los músculos extrínsecos que discurren medial y lateralmente y los músculos intrínsecos que pasan por debajo. Realizan movimientos de adducción (add) y abducción (abd).
- c) Articulación tarsiana o Lisfranc: formada por cuboides, las 3 cuñas y los metatarsianos.
- d) Articulaciones metatarsofalángicas: importancia de la articulación del 1º radio (dedo hallux).



**Figura 2: Huesos del pie. Vista lateral y medial <sup>3</sup>**

Un detalle a tener en cuenta es que el astrágalo al no poseer ninguna inserción muscular esta “enjaulado” por todos los músculos que proceden de la pierna y pasan alrededor de él formando un puente.<sup>1</sup> Por eso la buena artrocinemática de este hueso y el buen funcionamiento de los músculos que limitan o ayudan en su movimiento (lo veremos más adelante) son muy importantes para que el astrágalo no limite la DF ni la PF.

En la evaluación y valoración de la DF de nuestros sujetos observaremos los movimientos de la articulación TPA, que es donde ocurren los movimientos de DF y PF.

## **2.2. Miología del pie y tobillo**

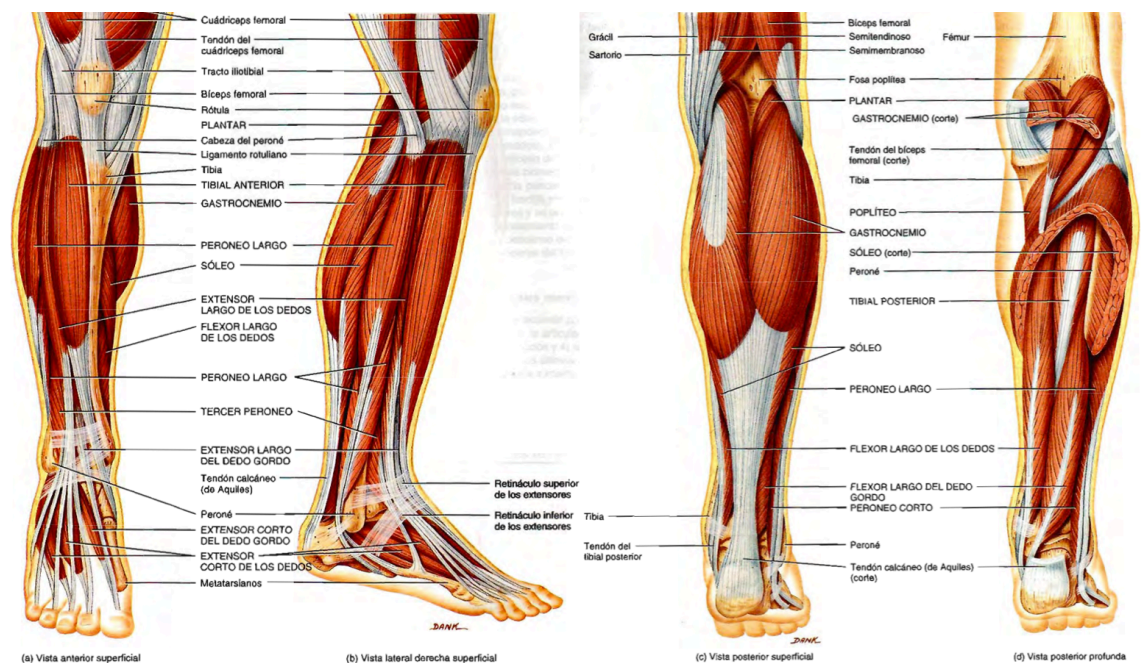
La musculatura implicada en los movimientos del tobillo y del pie se encuentra tanto dentro como fuera del pie, así podemos distinguir entre musculatura intrínseca y extrínseca, respectivamente. Principalmente, los músculos dorsiflexores son el tibial anterior (TA), peroneo anterior (PA), extensor largo común y extensor largo del dedo gordo,<sup>1,2,4</sup> todos extrínsecos, pero los intrínsecos también participan en este movimiento ya que, como vimos anteriormente, todas las articulaciones del pie producen cambios en la articulación del tobillo,<sup>1</sup> por lo que un buen funcionamiento de estos, estabilizando el pie, nos ayudarán a realizar una buena DF. Además, un tono muscular adecuado de los músculos plantarflexores permitirá su estiramiento óptimo, sin que haya acortamientos y pudiendo ganar más rango de movimiento.<sup>4</sup> En las siguientes tablas se puede observar un resumen de la musculatura protagonista en el movimiento de la dorsiflexión del tobillo, tanto agonistas (dorsiflexores) como antagonistas (plantarflexores):

**Tabla 1: Músculos PF del tobillo. Elaboración propia, basado en Tórtora.<sup>5</sup>  
(Modificado)**

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Gastronemio	Porción interna: porciones proximales y posterior del cóndilo interno y porción adyacente del fémur y cápsula articular rodilla Porción externa: cóndilo externo y superficie posterior del fémur y cápsula articular rodilla	Parte media de la superficie posterior del calcáneo mediante tendón de Aquiles	Tibial (S1, S2)	PF y flexión de rodilla
Soleo	Superficies posteriores de la cabeza del peroné y tercio proximal, línea del sóleo y tercio medio del borde interno de la tibia y arco tendinoso entre la tibia y peroné	Junto con el tendón de los gemelos, en la superficie posterior del calcáneo	Tibial (L5, S1, S2)	PF
Tibial posterior	La mayor parte de la membrana interósea, la porción externa de la superficie posterior de la tibia, dos tercios proximales de la superficie interna del peroné, tabiques intermusculares adyacentes y fascia profunda	Tuberosidad del escafoides y, por medio de expansiones fibrosas, apófisis menor del calcáneo, las tres cuñas, cuboides y bases del segundo, tercero y cuarto metatarsianos.	Tibial (L4,L5,S1)	Inversión y participa en la PF del tobillo
Flexor largo del primer dedo	Superficie posterior de 2/3 dislates peroné, membrana interósea y fascia y tabiques intermusculares adyacentes	Superficie plantar de la base de la falange distal dedo gordo	Tibial (L5, S1, S2)	Flexion interfalángica (IF) proximal dedo gordo y ayuda en la flexión de MTT, la PF e inversión del pie
Flexor largo de los dedos	Tres quintos medios de la superficie posterior de la tibia y la fascia	Bases de las falanges dislates del 2° al 5° dedo	Tibial (L5, S1, S2)	Flexion IF proximal y MTT de los dedos del 2° al 5°. Ayuda en la PF e inversión del pie
Peroneo lateral largo	Meseta externa de la tibia, cabeza y dos tercios proximales de la superficie externa del peroné, tabiques intermusculares y fascia profunda adyacente	Borde externo de la base del primer metatarso (MTT) y de la cuña interna	Peroneo superficial (L4, L5, S1)	Eversión del antepie, ayuda PF y deprime la cabeza del 1°MTT
Peroneo lateral corto	dos tercios distales de la superficie externa del peroné y tabiques intermusculares adyacentes	Tuberosidad de la base del 5° MTT, borde externo	Peroneo superficial (L4, L5, S1)	Eversión del pie y ayuda PF

**Tabla 2: Músculos DF del tobillo. Elaboración propia, basado en Tórtora.<sup>5</sup>  
(Modificado)**

Músculo	Origen	Inserción	Inervación	Acción
Tibial anterior	Meseta externa y mitad proximal de la superficie externa de la tibia, membrana interósea, fascia profunda y tabique intermuscular externo	Superficie interna y plantar de la cuña interna y base del primer metatarsiano	Peroneo profundo (L4,L5,S1)	DF y participa en la inversión del pie
Extensor largo del primer dedo	Dos cuartos medios de la superficie anterior del peroné y membrana interósea adyacente.	Base de la falange distal del dedo gordo	Peroneo (L4, L5, S1)	Extensión MTT e IF dedo gordo. Interviene DF e inversión del pie
Extensor largo común	Meseta externa de la tibia, 3/4 proximales de la superficie anterior del cuerpo del peroné, porción proximal de la membrana interósea, tabiques intermusculares adyacentes y fascia profunda	Mediante 4 tendones del 2° al 5° dedo en la base de la falange media mediante una lengüeta y en la falange distal mediante dos lengüetas en los laterales	Peroneo (L4, L5, S1)	Extensión MTT y ayuda extensión IF del 2°-5° dedo. Interviene DF y eversión del pie
Peroneo anterior	1/3 distal superficie anterior peroné, membrana interósea y tabique intermuscular adyacente	Superficie dorsal de la base del 5° MTT	Peroneo profundo (L4, L5, S1)	DF y eversión del pie



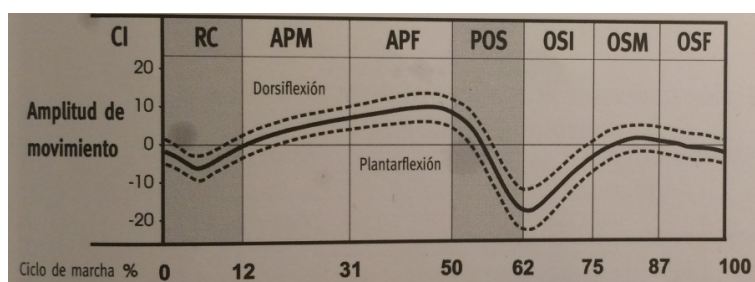
**Figura 3: Musculatura implicada en la DF y PF <sup>5</sup>**



## 2.3. Biomecánica

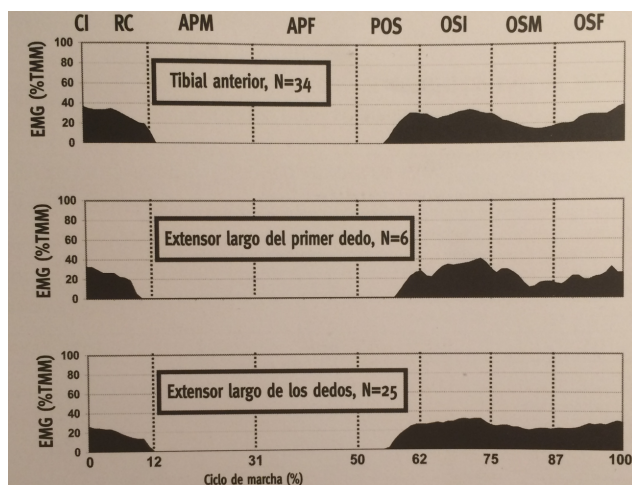
### 2.3.1. Cinesiología del pie y tobillo

La forma de desplazamiento humana más importante es la marcha, por eso el estudio de esta es necesario para poder prevenir lesiones y mejorar la salud y rendimiento de las personas. La marcha tiene 8 fases distintas: contacto inicial (CI), respuesta a la carga (RC), apoyo medio (APM), apoyo final (APF), pre-oscilación (POS), oscilación inicial (OSI), oscilación media (OSM) y oscilación final (OSF). En todas estas fases se necesitan diferentes rangos de DF y PF que van desde los 10° de DF en el APF hasta los 20° de PF en el inicio de la fase de OSI. <sup>2</sup>



**Figura 4. Movimiento del tobillo: amplitud normal durante una zancada <sup>2</sup>**

Durante los momentos dorsiflexores, el trabajo del TA, extensor largo de los dedos, extensor largo del dedo gordo y PA son los protagonistas de la flexión dorsal del tobillo <sup>2</sup>. Si lo miramos de manera global podemos apreciar que toda la musculatura trabaja conjuntamente formando cadenas musculares, por ejemplo en la fase de respuesta a la carga en la marcha, se combina la acción muscular excéntrica (controladora) de los extensores de cadera (glúteos) y rodilla (cuádriceps) con la acción de los dorsiflexores de tobillo, <sup>2</sup> por lo que si una de todas estas falla, el resto se verá afectada pudiendo tener como consecuencia la reducción de la DF, entre otras, por ejemplo al presentar una sobreactivación de los músculos plantarflexores que no permiten la relajación de estos y limitan funcionalmente la DF. Aunque también se puede llegar a la conclusión de que la DF limitada es la causa de esta limitación funcional, siguiendo la idea de que la estructura hace a la función.



**Figura 5. Intensidad media normal y cronometraje de los músculos dorsiflexores de tobillo durante la marcha (cuantificada mediante electromiograma) <sup>2</sup>**

Todo esto se hace más importante si recordamos que entre el 60-70% de la marcha es en apoyo monopodal, por lo que si los mecanismos de estabilización muscular en apoyo monopodal no van bien, producen inestabilidad en el apoyo monopodal.<sup>2</sup> Necesitamos una buena pisada, y en especial una buena dorsiflexión de tobillo, para no sufrir descomposiciones, y por esto, considero necesario el trabajo de los músculos del pie y de la región de la pantorrilla, principalmente, y del resto de músculos que componen la cadena muscular.

Al evaluar la biomecánica del pie, es importante reconocer que para cada fuerza hay una fuerza reactiva y para cada movimiento hay un contramovimiento. Si un factor está fuera de balance, entonces también es probable que otros estén fuera de balance.<sup>6</sup> En el pie en carga siempre hay fuerzas que se aplican sobre la superficie externa de un cuerpo, como la fuerza de reacción del suelo (externas) y fuerzas que actúan creando y resistiendo un movimiento en las articulaciones del pie y extremidad inferior (internas). Estas últimas se dividen a la vez en activas y pasivas si son realizadas por componentes contráctiles voluntarios (músculos) o por estructuras que no son controladas voluntariamente por el sistema nervioso central (SNC) como los ligamentos, huesos o tendones, respectivamente.<sup>7</sup>

**Tabla 3: Tipos de fuerza que afectan al cuerpo. Elaboración propia, basado en Kirby, K.A.<sup>7</sup>**

FUERZAS EXTERNAS	FUERZAS INTERNAS	
	Activas	Pasivas
	Controladas por SNC (músculo)	Fuera del control voluntario (ligamentos, huesos, tendón)

Las fuerzas externas son contrarrestadas por las fuerzas internas. Todas estas fuerzas, tanto internas como externas, no afectan íntegramente al pie y del tobillo, sino que lo hacen a todo el cuerpo.<sup>6,7</sup> La FRS es absorbida por una cadena ascendente que engloba sobre todo al tobillo, rodilla, cadera y ritmo lumbopélvico (core), que asimilan la mayor parte del impacto para que el tronco, miembros superiores y cabeza sufran las mínimas alteraciones posibles. Los mecanismos de absorción son los siguientes:

1. Contacto talón: control excéntrico ms. dorsiflexores.
2. Pronación del pie: control excéntrico de ms. supinadores.
3. Rotación interna de tibia: control excéntrico de rotadores externos de rodilla.
4. Flexión de rodilla: control excéntrico extensores de rodilla.
5. Rotación interna de cadera: control excéntrico de la rotación externa de cadera.
6. Flexión de cadera: control excéntrico de ms. extensores de la cadera.
7. Flexión de cadera asociada a flexión de columna lumbar: control excéntrico de ms. Extensores lumbares.
8. Existencia de un Ritmo BLP.
9. Estabilidad del BLP.
10. Estabilidad resto cuerpo: resto columna vertebral - contenido abdominal - tórax - cabeza - miembros superiores.

Durante la marcha, el pie es la primera parte del cuerpo en contactar con el suelo y recibir la FRS por lo que es de una gran importancia, que todo vaya según lo planeado en esta fase para evitar más que posibles lesiones.<sup>2,8</sup> Las funciones que tienen el pie y el tobillo son <sup>1,2,4,7,9,10</sup>:

- Adaptarse a terrenos irregulares.
- Absorber choques
- Absorber la rotación de la extremidad inferior
- Aportar una palanca rígida para una propulsión eficaz.

Por otra parte, y en relación con lo expuesto, el tobillo debe responder de forma automática a 2 cuestiones físicas<sup>11</sup>:

- Acumular energía mediante flexión dorsal y rotación interna de la tibia, además de frenar la acción de la gravedad.
- Disipar esta energía en extensión plantar y rotación externa de tibia.

Las articulaciones responsables de estas funciones son la tibioperoneastragalina, subastragalina y mediotarsiana. El movimiento de estas articulaciones se produce sobre 3 ejes triplanares; este movimiento triplanar resultante se denomina eversión e inversión.<sup>1,11</sup> Aunque para el conocimiento general, un pie pronado hace referencia al movimiento eversor mientras que un pie supinado lo hace de la inversión. Por este motivo, el de no crear malentendidos y confusiones, me referiré a ellos mediante la jerga social.

A) Eversión: Movimiento hacia la pronación, abducción y dorsiflexión.

B) Inversión: Movimiento hacia la supinación, aducción y flexión plantar.

La siguiente articulación en absorber la FRS es la rodilla, que posee la cinemática mejor diseñada para la amortiguación, pero si existe una mala absorción en el tobillo supondrá un mayor esfuerzo de la rodilla por mitigar dichas fuerzas.<sup>2</sup> Este mayor esfuerzo supone ganar ROM en el plano frontal, ya que la movilidad en el plano sagital estaría restringida por la articulación del tobillo, y lleva a la rodilla a un valgo dinámico muy peligroso para esta.<sup>12,13,14</sup> Meniscos internos y LCA son las principales víctimas de este mecanismo compuesto por rotación interna y flexión de rodilla.<sup>13,14</sup> Por lo tanto, recordamos con esto que un ROM reducido de dorsiflexión de tobillo puede conducir a lesiones tanto de tobillo como de rodilla. Posteriormente, la cadera tratará de reducir la FRS, mediante una flexión controlada por los músculos extensores, los más importantes el complejo del glúteo.<sup>2</sup> Una debilidad de glúteo medio puede llevar el fémur en aducción, provocando valgo de rodilla.<sup>2,15,16,17</sup> Y finalmente, todas estas fuerzas externas son controladas gracias al ritmo lumbopélvico, encabezado por el core.<sup>2</sup>

Trato de establecer con esto que un buen programa de prevención y de mejora del rendimiento, en este caso orientado hacia la DF de tobillo, no basta con trabajar directamente el tobillo sino que todo está relacionado y pequeñas mejoras en otras zonas pueden conducir a mejoras de la dorsiflexión. Por ejemplo, en el caso de tener la DF limitada y tener que ganar grados en el plano frontal al no poder hacerlo en el sagital, provocando un valgo dinámico, los rotadores externos se debilitarán con lo que hará falta potenciarlos, por lo que hará falta un trabajo más global y no específico de tobillo. De esta manera, establezco las relaciones óseas y musculares a continuación.

### 2.3.2. Relaciones óseas

Los momentos dorsiflexores y plantarflexores del tobillo provocan cambios en el resto de estructuras óseas, que por muy pequeños que sean, hay que tener en cuenta.<sup>1,4</sup> Incluso la falta de movimiento en algún momento también lo hay que valorar. El movimiento artrocinemático que se produce en la flexión dorsal del tobillo y su relación con los distintos huesos es el siguiente:

- El astrágalo se desplaza posteriormente llevando consigo al peroné que se desplaza posterior, lateral, superior y con rotación interna.<sup>1</sup> Si el astrágalo está desplazado anteriormente por un esguince o no se puede desplazar posteriormente porque los peroneos están sobreactivos e impiden al maléolo distal del peroné moverse hacia atrás, la DF estará bloqueada. El mismo procedimiento ocurre con el flexor largo del primer dedo.

- La trayectoria de la tibia es en el plano sagital, pero si la DF está limitada la rodilla al desplazarse hacia delante buscará esos grados de movimiento rotando internamente produciendo una pronación del pie.<sup>1,12,13,14</sup>

- Al rotar internamente la tibia, el fémur lo hará externamente, agravando el momento valginizante y provocando un desequilibrio pélvico y posterior descompensaciones de la columna vertebral, cervical y cintura escapular.<sup>1,16</sup> En el caso de que la DF se produzca correctamente en el plano sagital, la tibia y el fémur no rotarán, existiendo una buena alineación del miembro inferior y reduciendo el riesgo de lesiones como rotura de LCA, condromalacia o síndrome femoropatelar.

Los deterioros anatómicos no pueden modificarse con ejercicio ya que son anomalías fijas, no obstante, podemos utilizar el ejercicio para prevenir el desarrollo de deterioros fisiológicos asociados a deterioros intrínsecos y extrínsecos del pie. Los deterioros intrínsecos son los deterioros anatómicos del pie y el tobillo y los deterioros anatómicos por encima del tobillo se llaman deterioros extrínsecos.

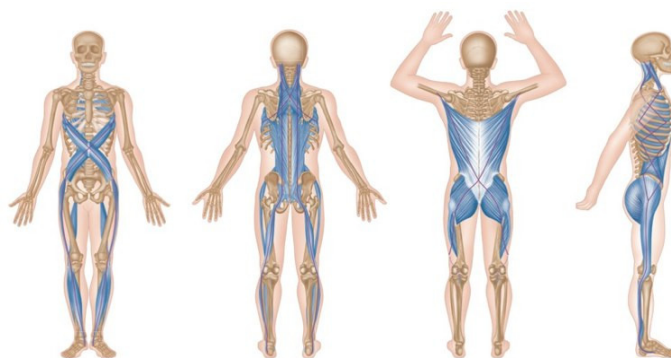
De los deterioros intrínsecos del pie producen evidentemente deterioros fisiológicos en el tobillo pero además, dada la estrecha relación entre la función del pie y el tobillo y la función de la rodilla y la cadera, los deterioros anatómicos extrínsecos también pueden producir deterioros fisiológicos en el pie y el tobillo.

### 2.3.3. Relaciones musculares

Al igual que en las relaciones óseas, que unos huesos provocan movimiento en otros, la activación de estos músculos implican la interacción de otros gracias a la fascia e inervación que comparten, formando cadenas musculoesqueléticas a lo largo del cuerpo, siguiendo la teoría de cadenas miofasciales de Thomas Myers.<sup>18</sup> Esta teoría nos explica que una cadena muscular es un conjunto de músculos que colaboran en proyecto global para asegurar estática, equilibrio y movimiento y que está definida por 3 características:

1. Continuidad sin interrupción.
2. Continuidad de la cabeza a los pies.
3. Generar toda la “coreografía” de movimientos.

Las cadenas correspondientes a los movimientos de flexión dorsal y plantar son, respectivamente:



**Figura 6. Cadenas musculares** <sup>18</sup>

A) Cadena anterior: Músculos dorsiflexores (TA, extensor largo del primer dedo, extensor largo de los dedos y PA), extensores de rodilla, flexores de cadera, flexores de tronco y flexores de cabeza.

B) Cadena posterior: Músculos plantarflexores, flexores de rodilla, extensores de cadera, extensores de tronco, erectores espinales y elevadores de cabeza

Viendo que todo está comunicado entre sí mediante las fascias y que cada pequeña acción provoca una reacción, no nos podemos quedar en los músculos dorsiflexores y plantarflexores del tobillo, ya que la musculatura intrínseca del pie también ayuda a estos movimientos mediante la flexión o extensión de los dedos, o la supinación o pronación del mediopié y antepié.<sup>1</sup> La musculatura intrínseca del pie que nos ayuda en la dorsiflexión será la que provoque la supinación del mediopié, llevando el astrágalo y el peroné a posterioridad dando más grados de movimiento a la flexión dorsal, e impida la supinación del antepié para que los 5 dedos se apoyen en el suelo, en especial el dedo gordo gracias al trabajo del peroneo lateral largo (PLL).<sup>1,2,5,7</sup> Además la musculatura intrínseca flexora también nos ayudará a elevar el arco lateral interno (ALI), conduciendo el pie hacia una posición neutra y no pronada.

En relación a este concepto de cadena cinética podemos ver como en el autor Presswood<sup>17</sup> muestra estudios donde se relaciona la acción de la musculatura de la cadera (glúteo medio) con la articulación del tobillo. De esta forma observamos como la falta de fuerza en los abductores de la cadera puede no permitir que un individuo comience a tiempo con el movimiento de cadera necesario para contrarrestar una súbita perturbación lateral externa.<sup>19</sup> Además, los sujetos que exhibían una hipermovilidad de la articulación del tobillo también presentaban una reducción de la latencia del glúteo medio, respaldando así el rol del glúteo medio para la prevención de lesiones en la articulación del tobillo.<sup>20</sup> Por lo tanto, parece probable que la pérdida de fuerza así como la incapacidad para reclutar rápidamente las fibras del glúteo medio pueden incrementar el riesgo de lesión en la articulación del tobillo.<sup>17</sup>

Por lo tanto, un ejemplo según la teoría miofascial para la limitación de la DF de tobillo podría ser una sobreactivación del bíceps femoral (BF), del tensor de la fascia lata (TFL), de la banda iliotibial (ITB) o del vasto lateral (VL) que pueden provocar el bloqueo de la DF al desplazar posteriormente la cabeza proximal del peroné, provocando la anterioridad de la zona distal.

#### 2.3.4. Consecuencias de las alteraciones de las relaciones

Los deterioros anatómicos, fisiológicos o el traumatismo de una articulación pueden derivar en disfunción de otras articulaciones de la cadena cinética. Así el tratamiento de los patrones erróneos de movimiento del tobillo y el pie pueden aliviar las fuerzas anormales en la rodilla y cadera.<sup>9</sup>

Los deterioros anatómicos de la extremidad inferior pueden derivar en un alineamiento y patrones de movimiento anormales del pie y el tobillo, y por el contrario, los deterioros anatómicos del pie y el tobillo pueden terminar en alineaciones y patrones de movimiento anormales en la cadena cinética de la rodilla, cadera, pelvis y columna vertebral.<sup>9,11</sup>

La alineación y patrones de movimiento anormales pueden generar tensión excesiva y distensión de los tejidos blandos y estructuras óseas, lo cual deriva en microtraumatismos acumulativos y dolor musculoesquelético con deterioro de la función y finalmente discapacidad.<sup>9,11</sup> La DF limitada es uno de estos patrones de movimiento anormales y por eso su mejora es necesaria para evitar posibles problemas. Según Kapandji, la limitación de la flexión (Figura 7) depende de varios factores o causas:<sup>1</sup>

- Factores óseos (causa estructural): cuando un hueso contacta contra otro. En la flexión máxima, la cara superior del cuello del astrágalo impacta contra el margen anterior de la superficie tibial (1). El endfeel es duro.
- Factores capsuloligamentosos (causa capsular): la parte posterior de la cápsula se tensa (2), al igual que los haces posteriores de los ligamentos laterales (3). El endfeel es duro-elástico.
- Factores musculares (causa funcional): la resistencia tónica del músculo tríceps sural interviene antes que los factores precedentes descritos (4). De forma que una retracción muscular puede limitar precozmente la flexión o incluso que esta no exista (pie equino). El endfeel es elástico.

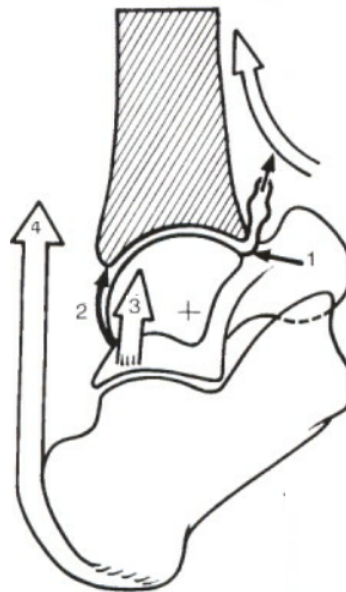
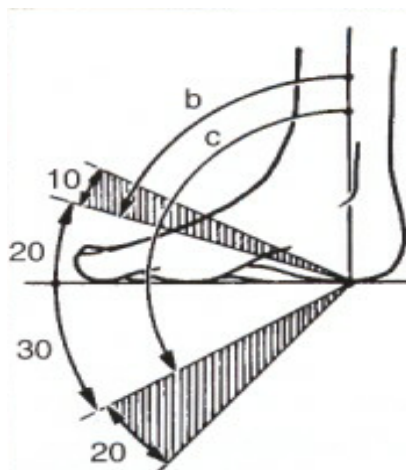


Figura 7. Limitaciones de la DF<sup>1</sup>

#### 2.4. ROM normal de la flexión dorsal y flexión plantar del tobillo

Un adecuado rango de DF de tobillo es necesario para la realización normal de actividades funcionales como caminar, correr, subir y bajar escaleras, levantarse de una silla y agacharse.<sup>21</sup> Para Kapandji, la flexoextensión del tobillo en cadena cinética abierta es un movimiento con un arco total de hasta 80°, de los cuales la dorsiflexión tiene una amplitud de 20° a 30° y la plantarflexión de 30° a 50°, siendo la posición de referencia aquella en la que la planta del pie es perpendicular al eje de la pierna y el ángulo de medida aquel formado entre la planta del pie y el eje de la pierna.<sup>1</sup>



**Figura 8: ROM de DF y FP del tobillo <sup>1</sup>**

Rouvière nos dice que la flexión dorsal y la plantar flexión son de aproximadamente 20° y 40° respectivamente,<sup>4</sup> con lo que forman un arco total de movimiento de 60°, 20° menos que lo que nos dice Kapandji. También nos comenta, que las bailarinas de ballet clásico pueden llegar a una flexión plantar de 160° al mantenerse sobre las puntas de los pies, con lo que podemos llegar a la conclusión de que la medición de este ROM es muy confusa por la variedad de posibles mediciones.

Tanto para Kapandji como para Rouvière, la movilidad activa en cadena cinética cerrada, presenta una disminución aproximada de entre 5 y 10 grados cuando la comparamos con las mediciones en cadena cinética abierta.<sup>1,4</sup>

La Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos (AAOS) establece un rango de 0 a 20° para la dorsiflexión y de 0° a 50° para la plantarflexión.<sup>22</sup> Hislop y Montgomery, marca los mismos grados de flexión dorsal y 5° menos para la flexión plantar del tobillo.<sup>23</sup> Kendall hace referencia a la importancia del gemelo en la acción de la DF de tobillo, reduciendo la amplitud de movimiento de la articulación al tener la rodilla extendida.<sup>24</sup> Por este motivo expuso el ROM de la TPA teniendo en cuenta la implicación del gemelo y sin ella, estableciendo los siguientes resultados:

- Flexión dorsal:
  - rodilla extendida: 10° (limitación por parte de los gemelos)
  - Rodilla flexionada: 20° (gemelos inhibidos/relajados)
- Flexión plantar: 45°



En un estudio funcional de la articulación, podemos observar como para diferentes actividades locomotoras son necesarios diferentes grados de movimiento. Así, durante un ciclo medio de la marcha se necesita un rango de movimiento para la DF de 10° y para la PF de 15°, por lo que la amplitud de movimiento del tobillo durante una zancada es de 25° de media.<sup>1</sup> Para subir escaleras esta amplitud de movimiento se encuentra en un 14°-27° de DF y 23°-30° de PF y para bajarlas, entre un 21°-36° para la DF y entre un 24°-31° para la PF.<sup>25</sup>

Hay que tener presente que el valor limitante de 20° propuesto por la literatura no guarda relación ni por lo tanto es significativo en deportistas experimentados, en una investigación llevada a cabo por Cejudo y colaboradores en el 2014, obtuvieron valores de dorsiflexión superiores a 30 grados en jugadores de fútbol sala.<sup>26</sup> Este ROM es modificable y variable como ejemplo, los 160° de arco de movimiento que pueden llegar a tener las bailarinas de ballet,<sup>4</sup> por lo que podremos mejorarlo según las necesidades del sujeto ya que habrá deportes en los que se requiera más o menos ROM para conseguir un rendimiento óptimo.

	DFRE Gemelo	DFRF Sóleo
<b>Fútbol sala</b>		
Presente estudio	40°	40°
<b>Fútbol profesional</b> (Witvrouw et al, 2003)	35.7°	
<b>Fútbol masculino adolescente</b> (Zakas, 2005)		37.4°
<b>Fútbol masculino adolescente</b> (Zakas et al., 2006)		26.1°
<b>Fútbol masculino</b> (Ekstrand et al., 1982)	21.4°	
DFRE: dorsiflexión del tobillo con extensión completa de rodilla; DFRF: dorsiflexión del tobillo con la rodilla flexionada		

**Tabla 4: Rango de DF con rodilla extendida (Gemelo) y rodilla flexionada (Sóleo) en diferentes estudios en fútbol y fútbol sala <sup>26</sup>**

Pero a lo que aquí hacemos referencia es a los grados “normales” de la articulación descritos por la literatura científica por lo que tras esta revisión bibliográfica, puedo establecer que el ROM normal de la articulación del tobillo es de 20° para la flexión dorsal y 45-50° para la flexión plantar, y que durante el ciclo de marcha solo utilizamos unos 10° de DF y 15° de PF y para la carrera son necesarios unos 30° de DF. Todas estas son actividades en carga, por lo que va a ser realmente importante la medición en carga del tobillo, de ahí la medición mediante el Lunge Test.

**Tabla 5: ROM de DF y PF según diferentes autores. Elaboración propia.**

AUTORES	Kapandji	Rouvière	AAOS	Hislop & Montgomery	Kendall	
DORSIFLEXIÓN	0°- 30°	0°- 20°	0°- 20°	0°- 20°	Rodilla ext.	0°- 10°
					Rodilla flex.	0°- 20°
PLANTARFLEXION	0°- 50°	0°- 40°	0°- 50°	0°- 45°	0°- 45°	



**Tabla 6: ROM activa en carga de DF y PF. Elaboración propia.**

ACTIVIDAD LOCOMOTORA	MARCHA	CARRERA	SUBIR ESCALERAS	BAJAR ESCALERAS	SENTADILLA
DORSIFLEXIÓN	0°- 10°	0° - 30°	0°- 14°/27°	0°- 21°/36°	40°
PLANTARFLEXION	0°- 15°	-	0°- 23°/30°	0°- 24°/31°	-

## **2.5. DFROM de tobillo limitado y sus consecuencias en el fútbol**

Una buena dorsiflexión permitirá un mayor desplazamiento de la flexión de rodilla, una mejor absorción del impacto en las caídas, un menor desplazamiento del valgo de rodilla y una menor flexión de la cadera,<sup>2</sup> por lo tanto a la hora de realizar una actividad deportiva de tan alta intensidad como el fútbol, podemos deducir la importancia de este mecanismo para evitar futuros problemas. Tener una DF de tobillo reducida es un factor de riesgo lesional de los miembros inferiores, porque actúa como mecanismo de absorción del impacto del cuerpo contra el suelo (FRS) durante la marcha,<sup>2</sup> entre un 37-50% del total de FRS tras un salto es amortiguada por la articulación del tobillo,<sup>27</sup> y si este no es capaz de absorber la parte del impacto que le corresponda, las demás articulaciones (rodilla y cadera, principalmente) tendrán que absorber más de para lo que están diseñadas, provocando así posibles descompensaciones.<sup>28</sup>

Un mayor ROM de dorsiflexión se asoció con un mayor desplazamiento de flexión de rodilla y con FRS más pequeñas durante la recepción, induciendo así una postura de aterrizaje con un riesgo reducido de lesión de LCA y limitando las fuerzas que la extremidad inferior debe absorber.<sup>14</sup> La limitación de este ROM puede limitar la movilidad de la rodilla en el plano sagital y aumentarla en el plano frontal (valgo de rodilla) para provocar mayor probabilidad de sufrir dolor patelofemoral,<sup>12</sup> por lo que un menor ROM también será promotor de una rodilla en valgo con lo que aumenta el riesgo de sufrir una lesión en el LCA<sup>13</sup> y de una mayor aducción de cadera con lo que puede provocar problemas musculares en aductores debido a la absorción de gran parte del impacto, lesiones muy asociadas al fútbol.

Un estudio de 30 jugadores de fútbol profesional, 30 aficionado y un grupo control de 30 personas, demostró que los jugadores de fútbol profesional padecen con mayor frecuencia esguinces de tobillo y poseen ROM limitada de dorsiflexión de tobillo, además de mayor pronación en ambos pies que los jugadores de fútbol aficionados y el grupo control.<sup>29</sup> Además, los profesionales ( $P = 0,004$ ) y los aficionados ( $P = 0,001$ ) mostraron un tiempo de reacción peroneal (PRT) significativamente retardado del músculo peroneo largo derecho en comparación con los controles. Otro estudio refleja que el PRT en piernas derecha es siempre más rápido.<sup>30</sup> Lo que significa que los futbolistas poseen mayor inestabilidad funcional del tobillo debido al uso intensivo del pie relacionado con el trabajo.<sup>29</sup>

Además, las asimetrías de fuerza funcional de los flexores del tobillo y el aumento del peso corporal aumentan la propensión a los esguinces de tobillo en los jugadores de fútbol profesional. Los jugadores más jóvenes y los jugadores con inestabilidad de tobillo están en mayor riesgo de lesión de tobillo.<sup>31</sup>

Los ejercicios propioceptivos del tobillo en los programas diarios de entrenamiento son recomendados para minimizar el riesgo de lesiones de tobillo y mejorar la estabilidad funcional del tobillo.<sup>29</sup> Es muy importante desarrollar estas medidas preventivas o de reeducación ya que el índice de recurrencia de lesiones en el fútbol profesional se encuentra entre 7 y 9% y el de los esguinces de tobillo en el 9%.<sup>32-35</sup>

Estas lesiones recurrentes poseen una gravedad mayor que la inicial.<sup>33</sup> Entendiendo como lesión recurrente, una lesión del mismo tipo y en el mismo sitio que una lesión pasada que ocurre después de que el jugador regrese a la plena participación.<sup>36</sup> Un jugador con una lesión durante una temporada tiene tres veces más probabilidades de conseguir cualquier nueva lesión durante la siguiente temporada.<sup>37</sup>

En otros deportes, la limitación a la dorsiflexión es el único factor estudiado entre jugadores de voleibol que correlacionaba significativamente con la tendinopatía patelar (TP),<sup>38</sup> jugadores de baloncesto con un rango de DF de tobillo menor de 36.5° (medido con inclinómetro) tienen un riesgo de un 18.5-29.4% de desarrollar TP a lo largo de un año, en comparación con el riesgo de un 1.8%-2.1% para los jugadores con un rango mayor de 36.5°.<sup>28</sup> Esta limitación también crea una mayor rigidez en la musculatura flexora plantar que puede poner en riesgo el tendón de Aquiles.<sup>39</sup>

## 2.6. Mecanismos de lesión más frecuentes en fútbol

La mayoría de los mecanismos de lesiones fueron clasificados como sin contacto,<sup>32,34,35</sup> aunque el más común para lesiones de pie y tobillo en el fútbol de élite ha sido reportado como el contacto directo con un 58%,<sup>33,36,40</sup> excepto los porteros.<sup>33</sup>

**Tabla 7: Mecanismos de lesión más frecuentes en las ligas de fútbol de élite europeo en la temporada 2015-2016**<sup>34</sup>

	Training				Match play				Total			
	Team X		Other teams		Team X		Other teams		Team X		Other teams	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Non-contact	9	69,2	418	80,9	16	88,9	415	64,0	25	80,6	833	71,5
Contact player	4	30,8	91	17,6	2	11,1	224	34,6	6	19,4	315	27,0
Contact object	0	0,0	8	1,5	0	0,0	9	1,4	0	0,0	17	1,5
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100,0</b>	<b>517</b>	<b>100,0</b>	<b>18</b>	<b>100,0</b>	<b>648</b>	<b>100,0</b>	<b>31</b>	<b>100,0</b>	<b>1165</b>	<b>100,0</b>

Los mecanismos de lesiones más frecuentes con contacto son realizar entrada (36%) y ser entrado (18%), mientras que sin contacto son los aterrizajes (35%), los giros (31%) y la carrera (11%).<sup>33,40</sup> Los porteros tienen una posición y función completamente diferente a los jugadores de campo y por eso sus mecanismos de lesión más frecuentes sin contacto también difieren del resto de jugadores, siendo estos los aterrizajes (36%), los giros (21%) y los saltos (10%).<sup>33</sup>

Las posiciones más comunes del pie y del tobillo en el momento de la lesión fueron pronadas / neutras en el plano sagital para las extremidades que soportan peso, y flexionadas / neutras plantares en el plano coronal para las extremidades sin peso. Las rotaciones más frecuentes de pie y tobillo en el momento de la lesión fueron externas y eversión.

Esto refleja un claro comportamiento pronador en la pisada como factor de riesgo para las lesiones de tobillo, que sumado a lo expuesto anteriormente sobre las lesiones de

LCA, podemos afirmar que una pérdida de ROM de dorsiflexión de tobillo aumenta las probabilidades de sufrir algún tipo de lesión no solo de tobillo si no también de otras articulaciones del miembro inferior, en especial la rodilla.

## **2.7. Lesiones más frecuentes en el fútbol**

El fútbol es uno de los deportes más conocidos en el planeta Tierra, habiendo más de 240 millones de jugadores alrededor del mundo. A pesar de que sea tan popular y tengamos tanto conocimiento sobre el fútbol, posee uno de los ratio de lesiones (nº de lesiones por cada 1000 horas de exposición) más altos entre los deportes.<sup>41</sup>

Según el Comité Médico de las Asociaciones Europeas de Fútbol, la definición de lesión es la de cualquier daño físico que ocurre durante las actividades de fútbol (partidos programados o sesiones de entrenamiento) y que resulta en que el jugador no pueda participar completamente en la siguiente sesión de entrenamiento o partido. Un jugador es considerado lesionado hasta que el médico del equipo permite la participación total en el entrenamiento del equipo y juego de partido.<sup>42</sup>

El nivel general de lesiones de los futbolistas profesionales es alrededor de 1000 veces mayor que para las ocupaciones industriales generalmente consideradas de alto riesgo.<sup>43</sup> De todas estas lesiones, el miembro inferior es el que más concurrencia tiene, de las cuales el muslo y el tobillo son los que más sufren estos percances.

29,32,34,35,36,40,42,44,45,46,47

Muchos son los estudios que reflejaron la importancia de las lesiones en el fútbol, tratando de observar cuales son los mecanismos o tipos de lesiones más frecuentes y sus consecuencias para los equipos de fútbol. De las primeras grandes investigaciones que se hicieron sobre este tema duró dos temporadas en el fútbol profesional inglés, en el cual se observó un total de 6030 lesiones con un promedio de 1'3 lesiones por jugador por temporada. El promedio de días de ausencia por lesión fue 24'2, con el 78% de las lesiones conduciendo a un mínimo de un partido que se pierde. Los tirones (37%) y esguinces (19%) fueron los principales tipos de lesiones.<sup>32</sup>

Dos años después, en otra investigación llevada a cabo con la misma línea de trabajo que la anterior, contó con una participación del 87% y 76% de los clubes, respectivamente por temporada, y se estudiaron sólo las lesiones de tobillo.<sup>33</sup>

Observamos que los esguinces de ligamentos de tobillo representaron el 11% del total de lesiones durante las dos temporadas, con más de tres cuartas partes (77%) de esguinces que involucran el complejo del ligamento lateral. Un total de 12 138 días y 2033 partidos fueron perdidos debido a esguinces de tobillo. Además, un estudio del 2014 de un club de la Premier League inglesa durante un período de cuatro años, reveló que el 20% de las lesiones fueron del pie y el tobillo con un retorno medio resultante al tiempo deportivo de 54 días.<sup>46</sup>

El fútbol profesional en España tiene la misma incidencia de lesiones que las demás ligas europeas y las zonas implicadas en mayor medida son también el muslo y el tobillo.<sup>47</sup>

Otras investigaciones en el fútbol de alto nivel son las realizadas en los Juegos Olímpicos de 2004, en la que las lesiones de pie y tobillo se encontraron en el fútbol proporcionalmente más que cualquier otro deporte de equipo,<sup>48</sup> y durante la Copa

Mundial de la FIFA 2010, en la que los esguinces de tobillo fueron uno de los diagnósticos más frecuentes y de ellos, aproximadamente el 50% impidió la participación en los entrenamientos o competición.<sup>49</sup>

En el 2016, la mayoría de los jugadores (59.0%) tenían lesiones del pie/tobillo derecho y el 79.0% estaban en la extremidad dominante. La incidencia de lesiones de pie y tobillo en la competición de fútbol de élite se estima entre 3 y 9 lesiones por cada 1000 horas por jugador de competición.<sup>36</sup>

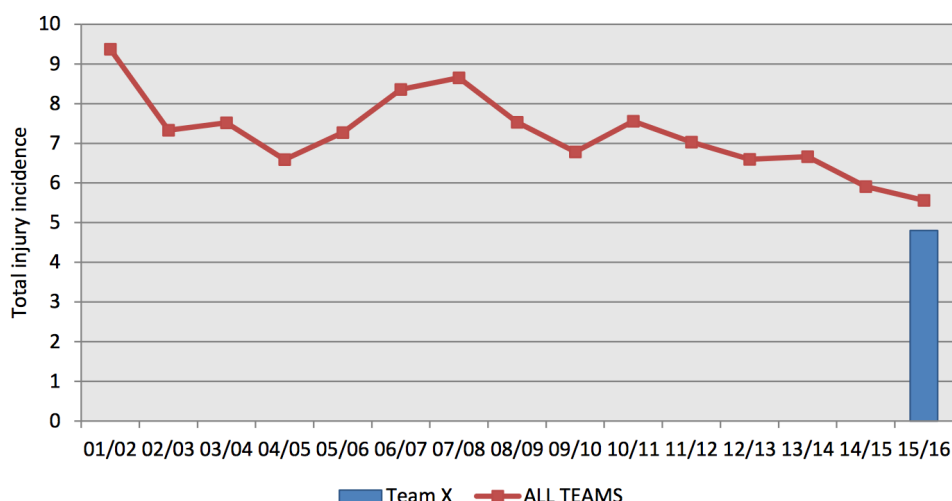
## **2.8. Reducción del riesgo lesional en futbol en los últimos años**

El riesgo de lesiones no ha aumentado en el fútbol profesional masculino durante los últimos años.<sup>34,35,50,51</sup> La incidencia global de lesiones durante las Copas Mundiales de la FIFA disminuyó de 2002 a 2014 en un 37%.<sup>50</sup>

La última investigación llevada a cabo por la UEFA en la temporada 2015/16,<sup>34</sup> nos deja los siguientes datos:

- Los equipos de alto nivel tienen una media de 59 partidos y 218 sesiones de entrenamiento al año.
- 215.000 horas de exposición con un total de 1.200 lesiones (44% en entrenamiento y 56% en partido).
- La tasa media de lesiones por entrenamiento para todos los equipos fue de 2,9 lesiones por cada 1.000 horas de entrenamiento.
- La tasa media de lesiones por partido en todos los equipos fue de 20,6 lesiones por cada 1.000 horas de partido.
- La ausencia promedio de lesiones por entrenamiento para todos los equipos fue de 20 días.
- La ausencia promedio de lesiones por partido en todos los equipos fue de 23 días.
- La carga media de lesiones durante el entrenamiento fue de 57 días de ausencia por cada 1.000 horas.
- La carga media de lesiones en el juego de partido fue de 476 días de ausencia por cada 1.000 horas.
- En promedio, en todos los clubes, cada jugador perdía 2.1 sesiones de entrenamiento y 0.6 partidos cada mes debido a una lesión.
- El 9% de las lesiones sufridas fueron lesiones recurrentes.

En total, en los 15 años que la UEFA lleva haciendo este estudio, se puede apreciar como existe una tendencia a la baja en cuanto a incidencia de lesiones en el fútbol masculino profesional, pero las lesiones de tobillo siempre se mantienen altas.



**Figura 9: Ratio de lesiones en las ligas de fútbol de élite europeo durante las últimas 15 temporadas** <sup>34</sup>

A pesar de que el ratio de lesiones en el fútbol profesional masculino no ha aumentado en los últimos años, gracias en mayor medida a una especialización de los profesionales de la salud y la actividad física, y a la modernización y profesionalización de los equipos de fútbol en el ámbito de la prevención y preparación física, estos números siguen siendo altos e implican un alto impacto económico (más de 30 billones de dólares por año) <sup>41</sup> y de rendimiento para los equipos, ya que implica muchas sesiones de entrenamiento y partidos perdidos por el jugador. <sup>32,33,34,35,36,37,40,41,43,46,48,49,50</sup>

## 2.9. Estudios para mejorar el DFROM de tobillo en futbolistas

Para poder realizar programas que mejoren el ROM de DF es muy importante saber que la limitación de la DF puede estar asociado con diversos factores, tales como tirantez en los flexores plantares (gastrocnemios y sóleo), restricción de tejidos blandos y capsulares y pérdida de movimiento accesorio en los músculos tibiotalar, subtalar, tibiofibular.<sup>52</sup> Tras una búsqueda a conciencia, no he encontrado ningún estudio sobre mejoras del ROM de dorsiflexión de tobillo en jugadores de fútbol. En otros estudios relacionados, nos muestran como un protocolo activo para la rehabilitación de un tobillo inestable, en población general. puede reducir el dolor y restaurar el ROM de DF, la fuerza muscular y la resistencia.<sup>53</sup> Ese programa de rehabilitación consiste en 10 semanas de ejercicios focalizados en el ROM de DF y PF del tobillo, ejercicios con bandas elásticas y ejercicios de carga para los miembros inferiores, y 2 semanas a mayores al final de ejercicios pliométricos y PNF focalizado en DF y PF del tobillo. A mayores de un calentamiento andando o en bici y una vuelta a la calma con estiramientos pasivos. Otros estudios nos hablan de tareas específicas para aumentar el rango de movimiento del tobillo en el plano sagital trabajando los diversos factores nombrados anteriormente. Este es el caso del Lunge Strap, <sup>54</sup> que facilita la no restricción de tejidos blandos y capsulares, mediante la realización de un lunge con una correa en el tobillo que provoca la estabilización del astrágalo y facilita el deslizamiento anterior de la tibia distal en la articulación talocrural durante los ejercicios de autoestiramiento del tobillo. Esto puede

ser un método útil para mejorar el ROM de DF del tobillo ya que el deslizamiento posterior reducido del astrágalo puede contribuir a un ROM limitado.

Otros estudios nos hablan de que los ejercicios excéntricos de la cadena posterior (gemelo, soleo, isquiotibiales...) mejoran la fuerza y flexibilidad de los músculos implicados, reduciendo así las tasas de lesiones,<sup>55</sup> mejorando de esta manera la tirantez de los flexores de tobillo. También en este enfoque, se encuentra el automasaje con Foam Roller que mejora la flexión del tobillo al activar y a la vez estirar los músculos de la pantorrilla, en comparación con los estiramientos pasivos.<sup>56</sup> El uso del Foam Roller en ese trabajo fue mediante 3 repeticiones de 30 segundos con 10 segundos de descanso entre cada repuesta. Aunque hay otros autores que recomienda un trabajo de 2-3 repeticiones de 1 a 2 minutos.<sup>57</sup>

Es muy interesante el uso del Foam Roller para este tipo de trabajos ya que el automasaje genera una estimulación neurológica refleja que alivia la tensión muscular excesiva, aumenta el flujo sanguíneo favoreciendo la hidratación de los tejidos y el intercambio de nutrientes y sustancias de desecho. Por último, la presión mecánica sobre el churro también parece mejorar el tejido cicatrizar, liberando adherencias y mejorando con ello la elasticidad, la calidad y función del conjunto miofascial.<sup>57</sup>

Además, a modo de calentamiento es excelente ya que a mayores de todo lo anterior, sus resultados agudos son similares a los estiramientos estáticos en términos de amplitud articular pero sin el efecto inhibitor sobre la fuerza. La manera de realizar el automasaje en el calentamiento es de forma más dinámica que en la vuelta a la calma.<sup>57</sup>

### 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1. Introducción

Este proyecto tiene como objetivo principal la mejora del DFROM de tobillo y de la funcionalidad que esta mejora representa. Está orientado al mundo del fútbol aficionado y sus usuarios serán futbolistas masculinos con alguna disfunción que le cause una limitación del rango de movilidad de tobillo y que esta causa permita ser mejorada mediante un programa dirigido de incremento de movilidad. Los sujetos que tengan alguna lesión o patología en el último año, como puede ser un esguince de tobillo, serán excluidos del proyecto.

Antes de comenzar con el proyecto, haremos una entrevista con el sujeto para conocer sus datos personales, equipo y categoría en la que juega, historial de lesiones y end feel de la articulación. Esta entrevista aparece dentro de la planilla de valoración de los testajes que aparece en el Anexo 1 y del que hablaré a continuación. En esta tabla se apuntan los datos de la entrevista:

**Tabla 8: Entrevista. Elaboración propia.**

DATOS PERSONALES			
Nombre y apellidos:	DNI:	Nº de sujeto:	
Nº de contacto:	Fecha de nacimiento:	Grupo:	
Deporte:	Categoría:	Sexo: M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>	
Historial de lesiones:	End Feel derecho:	End Feel izquierdo:	

Además, también antes de realizar el programa de ejercicios, llevaremos a cabo una evaluación previa de la DF de tobillo, testajes del pie, tobillo, rodilla y cadera para conocer la estructura del sujeto y una valoración funcional para observar como el DFROM le limita en un movimiento concreto (Anexo 1). Con este fin, los pasos a seguir en este proyecto serán evaluar el ROM de la flexión dorsal de tobillo de manera pasiva tanto en carga como en descarga, y evaluar la funcionalidad de la articulación mediante un Lateral Step Down, y grabación del mismo, para observar si una mejora biomecánica (mayor ROM), si ocurre, aporta mejoras en la coordinación y postura del movimiento. A partir de aquí, realizar un estudio sobre las relaciones óseas y musculares con la DF de tobillo vía ascendente y de manera global, es decir, partiendo desde el dedo gordo del pie, pasando por el pie, el tobillo, la rodilla, la cadera, hasta el ritmo lumbopélvico, y testarlas para establecer las posibles causas de limitación de la DF de tobillo, ya sean estructurales (óseas/artrocinemáticas) o funcionales, mediante la teoría de cadenas musculares y concretar en qué punto se encuentra la causa de esa limitación para finalmente diseñar una batería de ejercicios que se adecue a la causa y así poder aumentar esa amplitud de movimiento reducida.

El método a utilizar para la objetivación del ROM será variable en función de si se encuentra en carga o en descarga. Pero antes de realizar esto, comprobaremos el endfeel de la articulación del tobillo para apreciar si la causa de la posible DF limitada es estructural o funcional. Siguiendo esta teoría, si el endfeel es duro significa que hay un tope óseo, por lo que la causa del final del movimiento es estructural, si el endfeel es duro-elástico, el tope es capsular y si el endfeel tiene un tope blando, significa que la causa que pone fin al movimiento es debido a tejidos blandos, por lo tanto, causa funcional. Esto lo anotamos en el apartado de datos personales en la planilla de valoración.

A partir de aquí, y ya teniendo claro si esa DF de tobillo puede ser mejorada mediante el ejercicio o no, realizamos la medición en descarga para la cual se utilizará un goniómetro durante una prueba manual en camilla que consistirá en una flexión dorsal pasiva con rodilla flexionada y extendida, y para la medición en descarga se realizará la prueba funcional del DF, Lunge Test, que consiste en colocar el pie a Xcm de la pared y llevar la rodilla en dirección al segundo dedo hasta tocar la pared sin levantar el talón, tendremos en cuenta la distancia anterior a la distancia con la que ya no toque la pared con la rodilla.

A continuación, realizaremos el testaje articular mediante la observación de varias causas relacionadas como por ejemplo la caída del navicular para el ALI del pie o la línea de Helbing para el análisis del retropié (valgo, varo o neutro), y mediante pruebas funcionales como el Wind-Lass para comprobar el ALI o el test Lateral Step Down para observar la flexión de tobillo, el valgo y la flexión de rodilla, la flexión e inclinación de cadera y la línea del tronco.

A partir de aquí, cogeremos a los sujetos con limitaciones funcionales, principalmente, y capsulares secundariamente, ya que estos mejorarían más con un trabajo multidisciplinar de fisioterapia y actividad física, para realizar el test que consiste en una batería de ejercicios. Tras un periodo de entrenamiento de 2 semanas con 6 sesiones de 45-50' en total (3 sesiones a la semana con un día de descanso entre sesión),

volveremos a realizar los mismos testajes que en el pretest para poder evaluar el ROM de DF de tobillo y así comprobar las posibles variaciones y objetivar si realmente a través de los ejercicios seleccionados se puede conseguir una mejora del ROM, y finalmente poder prevenir el riesgo de lesión asociada a esta disfuncionalidad.

En resumen, los pasos a seguir en esta investigación serán los siguientes:

**Tabla 9: Metodología del proyecto. Elaboración propia.**

<b>PRETEST</b>	Valoración analítica del tobillo
	Valoración articular analítica
	Valoración funcional
<b>TEST</b>	Realización de 6 sesiones de la batería diseñada
<b>POSTEST</b>	Valoración analítica del tobillo
	Valoración articular analítica
	Valoración funcional

### **3.2. Valoraciones iniciales y finales**

#### **3.2.1. Valoración analítica del tobillo**

Para objetivar el ROM es importante establecer que la posición neutra del pie es aquella en la que forma un ángulo de 90° con la tibia. En la DF realizaremos una medición de la movilidad pasiva del tobillo en decúbito supino con la rodilla en extensión y otra en decúbito prono con la rodilla flexionada a 90° para eliminar la tensión interpuesta por los gastronemios, y para objetivar el ROM en carga utilizaremos el Lunge Test.

Realizaremos tres tomas de medidas de ambas piernas, sin calentamiento previo, y estableceremos la media de estas tres como valor final. Todas las mediciones serán tomadas por el mismo examinador siguiendo el mismo método para aumentar la fiabilidad del test y que no haya diferencias en la toma de datos ya sea por causas metodológicas o humanas. Tanto la medición en descarga como en carga serán realizadas en la misma sesión. Estas mediciones se harán antes y después del test (la batería de ejercicios).

##### **3.2.1.1. Método de medición en descarga**

Para la medición de la DF teniendo en cuenta el gemelo, el paciente se encuentra en una camilla en posición decúbito supino con la rodilla extendida por completo y el pie en posición neutra. Colocamos el goniómetro en la parte externa del calcaneo, llevando una de las ramas hacia la cabeza del peroné pasando por el maleolo y la otra rama hacia el 5º metatarsiano, fijándolo con nuestros dedos, lo posicionamos a 0° con respecto a la vertical. A partir de esta situación, llevamos el pie hacia una flexión dorsal máxima y anotamos los grados que refleja el inclinómetro.

Para la medición de la DF inhibiendo la tensión producida por el gemelo y midiendo simplemente la acción del sóleo, el paciente se encuentra en una camilla en posición



decúbito prono con la rodilla flexionada 90° y el pie en posición neutra. Colocamos el goniómetro en la misma posición que antes y realizamos el mismo protocolo.

### 3.2.1.2. Método de medición en carga

Para la medición en carga de la flexión dorsal del tobillo realizaremos el Lunge Test descrito por Bennell.<sup>58</sup> Una línea de 50 cm de largo dibujada en el suelo y continuando esta en la pared, otra línea de unos 60 cm de largo, forman el espacio necesario para realizar la prueba. El sujeto coloca el pie que se va a medir a lo largo de la línea del suelo con el talón y el 2° dedo alineados, y trata de llevar la rodilla a la pared sin levantar el talón de la pierna medida del suelo. La rodilla tiene que ir en dirección al 2° dedo del pie para evitar que haya movimiento en otros planos y no sea flexión dorsal pura. Para el mantenimiento del equilibrio, se puede tocar con uno o dos dedos la pared. Se considera el máximo ROM de DF a la máxima distancia del pie a la pared manteniendo el contacto entre la pared y la rodilla sin levantar el talón. Se establece una distancia inicial de 10 cm porque se considera que representa un óptimo ROM. Si no llegas a tocar la pared con la rodilla a esta distancia sin levantar el talón del suelo, se considera un factor de riesgo.



**Figura 10: Lunge Test** <sup>8</sup>

### 3.2.1.3. Relación entre las técnicas elegidas

La técnica de distancia a pared con cinta métrica establece sus resultados en cm, mientras que las demás técnicas las establecen en grados. Aquí hay un punto importante de conflicto sobre cuales medidas en cm equivalen a las medidas en grados. Utilizando la misma prueba en carga (lunge contra pared) para las tres técnicas (goniómetro, inclinómetro y cinta métrica), se estableció una relación entre cm y grados.<sup>8</sup>

**Tabla 10: Medición del ROM medio de DF en la prueba en carga Lunge Test para 3 pruebas diferentes.** <sup>8</sup>

TEST	MEAN+-SD
Distancia	9,5 +- 3,1 cm
Inclinómetro digital	38,8 +- 5,2°
Goniómetro	43,2 +- 5,8°

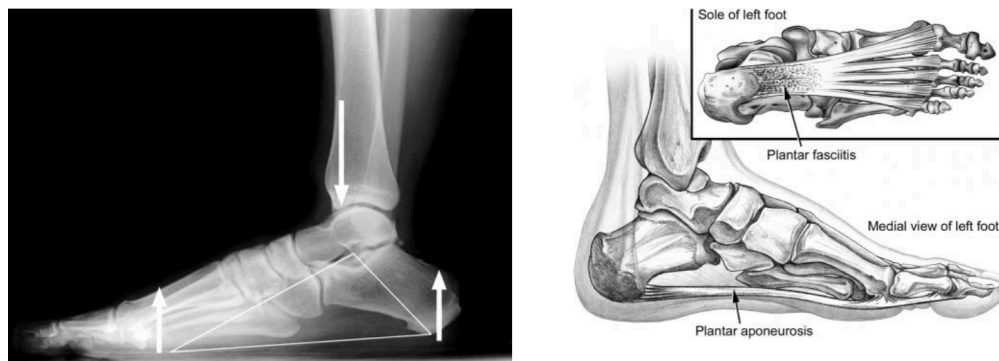
Por lo tanto, si la distancia a la pared “correcta” es de 10cm, equivale a 40.8° de ángulo de la tibia con el suelo medido con el inclinómetro. Con una simple regla de 3 utilizaremos esto para saber los grados de amplitud a partir de la distancia, aunque lo haremos meramente para establecer las 3 pruebas del tobillo en grados, para el testaje nos importará la distancia.

### 3.2.2. Valoración articular analítica

#### 3.2.2.1. Test de Jack para Windlass

El mecanismo del windlass describe la manera en que la fascia plantar soporta el pie durante las actividades en carga y proporciona información sobre las tensiones biomecánicas colocadas en la fascia plantar. Esta información es importante clínicamente porque puede proporcionar a los profesionales de la salud un claro entendimiento sobre la relación entre las anomalías y las influencias biomecánicas.<sup>60</sup>

La realización del test de Jack consiste en realizar una flexión dorsal de la 1ª articulación metatarsofalángica (1ª MTF) del pie con el pulgar de una mano colocado en la región plantar del hallux mientras el paciente se encuentra en bipedestación y en posición relajada de calcáneo en apoyo.<sup>59</sup>

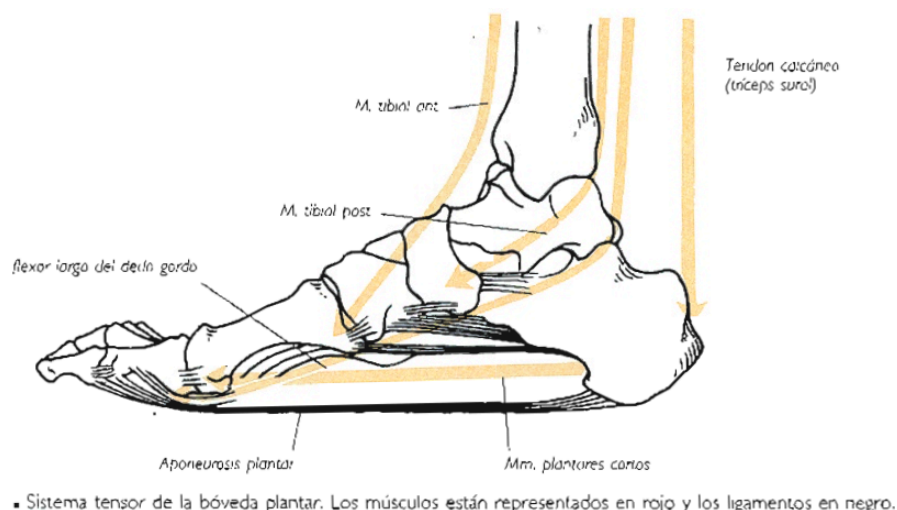


**Figura 11: Arco longitudinal interno a la izquierda y fascia plantar a la derecha**<sup>59</sup>

En condiciones de normalidad observaremos como al realizar la maniobra el pie del paciente realiza un movimiento de supinación del pie acompañado de una plantarflexión del primer radio, un aumento de la altura del arco interno y un movimiento de rotación externa de la pierna.<sup>59</sup>

Cuando al realizar el test observamos que el pie no realiza un movimiento de supinación ni modifica la forma del arco interno podemos catalogar el test de patológico (positivo). De igual forma catalogaremos el test como patológico (positivo) en aquellos casos en los que al realizar el test el pie si realiza un movimiento de supinación con aumento del arco interno pero la pierna no realiza un movimiento de rotación externa.

A la hora de realizar esta maniobra el hallux debe ofrecer al explorador una resistencia baja-moderada. En aquellas situaciones en las que la resistencia del hallux es muy elevada debemos interpretar que el momento plantarflexor del hallux es muy fuerte y, en consecuencia, la tensión de fascia plantar y de flexores cortos del hallux muy alta.<sup>59</sup>



**Figura 12: Musculatura implicada en el Windlass <sup>4</sup>**

### 3.2.2.2. Navicular Drop

Fue descrito por primera vez en 1982 por Brody como método para cuantificar la cantidad de pronación del pie en corredores.<sup>60</sup> Mide el descenso de la tuberosidad navicular en el plano sagital desde la posición neutra del pie hasta la posición relajada estando de pie. La medición se utiliza para cuantificar a nivel mediotarsal la cantidad de pronación o “aplanamiento” del ALI.

Este test se mide con el paciente de pie y el pie apoyado completamente en posición neutra. Aquí se mide la altura respectiva de la tuberosidad navicular al suelo y se marca en un papel. Luego se le pide al paciente que relaje el pie y se vuelve a medir lo mismo. Finalmente observamos y medimos las marcas anotadas en el papel y obtenemos la distancia de desplazamiento en el plano sagital (descenso) de la tuberosidad navicular.

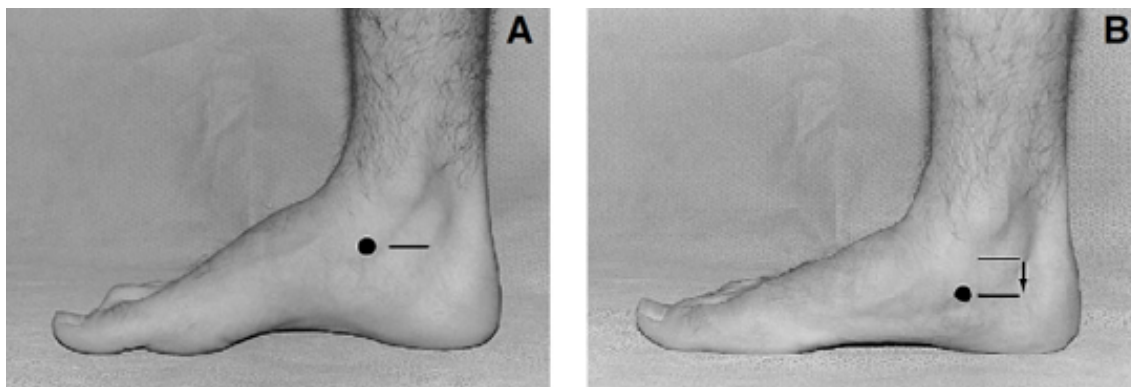
**Tabla 11: Valores del Navicular Drop. <sup>60-62</sup>**

NORMAL	EXCESIVO
6-8 mm	≥10-15mm

**Tabla 12: Fiabilidad del Navicular Drop. Elaboración propia.**

ESTUDIO	POBLACION	INTER-RATER RELIABILITY	INTRA-RATER RELIABILITY
Sell et al (1994) <sup>63</sup>	—	0,87-0,96	0,92-0,95
Shultz et al (2006) <sup>64</sup>	Sana	0,56-0,67	0,91-0,97
Deng et al (2010) <sup>65</sup>	Sana	0,83-0,95	0,83-0,95

La mayor limitación del navicular drop test es que solo mide el desplazamiento en el plano sagital, mientras que en la realidad el hueso navicular se mueve triplanarmente.<sup>62</sup> Por lo tanto, es una técnica más de la evaluación del miembro inferior y debe ser utilizada en conjunción con otras.<sup>63</sup>



**Figura 13: Diferentes alturas del navicular para diferentes situaciones. A: neutral. B: posición relajada <sup>66</sup>**

### **3.2.2.3. Línea de Helbing**

La deformidad más importante del pie plano es el valgo del calcáneo, que se establece entre la bisectriz del talón y la línea de Helbing. La línea de Helbing divide la pierna por la mitad, y a partir de esta se puede observar el ángulo que forma el talón con el resto de la pierna. Según la línea de Helbing, la vertical tiene que pasar por el centro del hueso poplíteo y por el centro del talón.<sup>67-70</sup> Existe un ángulo fisiológico en valgo de unos 5° a 10° <sup>67</sup>. Se tomará el valor de 5° como extremos de las medidas.

Se puede tomar la medición en función de la horizontal con el suelo, de esta forma el valgo de calcáneo se considera negativo (eversión) y el varo de calcáneo positivo (inversión), a la hora de registrar los datos.<sup>71</sup>



**Figura 14: Línea de Helbing. Elaboración propia**

### **3.2.2.4. Eje subastragalino**

Este eje refleja los puntos de contacto que mantienen estable al pie. Es decir, que si tocamos en esa parte de la planta del pie, este seguirá en la misma posición, mientras que si lo tocamos fuera de ese eje, podemos observar como el pie oscila entre pronación y supinación.<sup>72</sup>

Este test consiste en ir presionando esos puntos del pie que marcan el eje subastragalino y los marcamos con un bolígrafo. Cuando ya tenemos marcas suficientes, las unimos

mediante una línea y nos sale el eje, que nos da una imagen de si el pie está más pronado o más supinado.<sup>73</sup>



**Figura 15: Eje subastragalino. Elaboración propia**

### **3.2.2.5. ROM rotación interna y externa de cadera**

Con el paciente en sedestación y las piernas estiradas, colocamos un goniómetro justo encima de su rodilla, buscando con una pinza la inserción de su aductor y con la otra la cabeza femoral externa. Ponemos el inclinómetro a 0° y giramos la pierna hacia dentro para medir la rotación interna, anotamos los grados resultantes y posteriormente anotamos los grados de rotación externa llevando la pierna estirada hacia fuera. Según la AAOS, los grados de rotación interna normales son de 0°-45° y los grados de rotación externa normales según son de 0°-45° también.<sup>22</sup>

### **3.2.3. Valoración articular funcional (Lateral Step Down)**

El paciente colocado encima de un cajón de 20cm, se le pide que se mantenga de pie sobre una pierna con las manos en la cintura, la rodilla recta y el pie colocado cerca del borde del step. La pierna contralateral se coloca sobre el suelo adyacente al cajón y se mantiene con la rodilla en extensión.

A continuación, el paciente dobla la rodilla hasta que la pierna contralateral entra suavemente en contacto con el suelo y después extiende de nuevo la rodilla a la posición inicial. La maniobra es repetida 5 veces.



**Figura 16: Lateral Step Down. Elaboración propia.**

Si durante la realización de esta prueba se aprecian las interpretaciones de la siguiente tabla, el movimiento será penalizado con 1 o 2 puntos. Cuantos más puntos peor calidad de movimiento.

**Tabla 13: Criterios de interpretación test Lateral Step Down. Elaboración propia.**

CRITERIO	INTERPRETACION	VALORES	ΣVALORES			
Estrategia de brazos	Quitar la manos de la cintura	1	GRUPO	0-1	2-3	≥4
Alineación del tronco	Movimiento en cualquier dirección	1		BUENO	REGULAR	MALO
Plano de la pelvis	Pérdida del plano horizontal	1				
Posición de la rodilla	Tuberosidad tibial medial al segundo dedo	1				
	Tuberosidad tibial medial al borde medial del pie	2				
Postura firme	El paciente pisó sobre la extremidad no probada, o el pie vaciló de lado a lado	1				

Las investigaciones reflejan que las mujeres sanas con una calidad moderada del patrón de movimiento de las extremidades inferiores durante el Lateral Step Down Test mostraron menos movimiento de dorsiflexión en el tobillo que las mujeres con una buena calidad de movimiento <sup>73</sup> y los participantes con una apreciable baja calidad de movimiento durante el descenso lateral de escalón presentaban una mayor limitación a la movilidad en la flexión dorsal de tobillo. <sup>74</sup>

Este test presenta una buena fiabilidad por lo que nos será útil en esta investigación.

**Tabla 14: Fiabilidad del test Lateral Step Down. Elaboración propia.**

Estudio	Población	Kappa (% de acuerdo)
Piva et al.,2006 <sup>75</sup>	Pacientes diagnosticados con PFPS (edad media= 29,1)	0,67 (80%)
Rabin et al.,2010 <sup>72</sup>	Mujeres sanas (edad media= 24,3)	0,59 (83%)
Rabin et al., 2014 <sup>74</sup>	Pacientes diagnosticados con PFPS (edad media=19,9 - 20,8)	0,81 (91%)

### 3.2.4. Técnicas de recogida de datos

El pretest y posttest son exactamente los mismos. En la valoración analítica del tobillo, se utilizará un goniómetro para la medición en descarga y el Lunge Test para la medición en carga del ROM. Además, para la valoración articular analítica se realizarán varios testajes y se apuntará su resultado para comprobar si existe una mejora o no. Para la evaluación funcional se realizará la filmación de un Lateral Step Down de frente y perfil y se comprobará la calidad de movimiento.

La recogida de datos se llevará a cabo mediante una planilla (ANEXO 1) en la que se establece el DFROM inicial (DFROMi) y el DFROM final (DFROMf), tanto en carga como en descarga, el resultado del testaje articular analítico para las diferentes pruebas



de las articulaciones estudiadas y la coordinación durante el Lateral Step Down que tiene una relación evidente y científica con la DFROM.

### 3.3. Batería de ejercicios para la mejora de la DFROM

Las consecuencias de la DF limitada nos hacen pensar en un pie pronado (abducción, eversion y flexión dorsal), por lo tanto la pronación es un limitante de la DF, como ya hemos estado diciendo anteriormente. Como consecuencia de esto, para ganar el ROM perdido en la flexión dorsal tendremos que luchar contra los momentos pronadores, fortaleciendo la musculatura supinadora (además de la flexora dorsal, evidentemente) y reduciendo la rigidez de la musculatura pronadora. Para ello debemos trabajar la musculatura intrínseca y extrínseca del pie, buscando la perfecta relación entre esta que nos ayude a potenciar el 1<sup>er</sup> radio, elevar el ALI y tener una buena alineación pie-tobillo-rodilla para conseguir un tobillo “normalizado” que nos ayude en la absorción del impacto y nos de la fuerza de impulsión sin pedir ayuda a las demás articulaciones o dicho de otra manera, sin darle a otras articulaciones más trabajo del que le corresponda.

#### 3.3.1. Periodización

Al ser un trabajo preventivo, se puede llevar a cabo en cualquier época del año excepto en momentos que transcurran con alguna lesión, ya que este trabajo afecta a otras articulaciones y puede ser contraproducente en caso de lesión. Durante la realización de esta batería se puede realizar vida normal, que en el caso de los futbolistas implica sus sesiones semanales de entrenamiento, pero para un mejor resultado el momento oportuno sería en el período transitorio 1, este es el que transcurre entre el final de una temporada y el inicio de la siguiente. A continuación muestro una tabla con un ejemplo de la periodización deportiva de un equipo de fútbol estableciendo el lugar ideal de la intervención.

**Tabla 15: Periodización de la batería de ejercicios. Elaboración propia.**

PERIODO TRANSITORIO 1	PERIODO COMPETITIVO 1	PERIODO TRANSITORIO 2	PERIODO COMPETITIVO 2
Junio - Agosto	Agosto-Diciembre	25 de diciembre a 3 de enero	Enero- Junio
INTERVENCION	COMPETICION	DESCANSO	COMPETICION

#### 3.3.2. Temporalización

Consta de 6 sesiones, repartidas en 3 sesiones a la semana, siempre con algún día por medio de descanso. Este proyecto lo llevé a cabo en dos personas con limitación funcional en ambos tobillo y una con limitación capsular en sus dos tobillos por lo que dispongo y añadido al final en el Anexo 3 los datos resultantes de los objetivos establecidos al inicio del trabajo, aunque no significativos debido a la escasa muestra.

**Tabla 16: Temporalización de sesiones de la batería de ejercicios. Elaboración propia.**

SEMANA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
SEMANA 1	Sesión 1		Sesión 2		Sesión 3		
SEMANA 2	Sesión 4		Sesión 5		Sesión 6		

### 3.3.3. Contenidos

Siguiendo estas pautas y teniendo en cuenta las explicaciones expuestas anteriormente desde la fisiología articular y la teoría de cadenas miofasciales, propongo una batería de ejercicios que consiste en 4 bloques de contenidos, más 1 que se realizará una vez cada dos sesiones, con varios ejercicios.

Los 4 bloques principales se componen de:

- Calentamiento / Core
- Flexibilidad cadena posterior
- Fuerza específica de tobillo
- Fuerza funcional

Y el bloque adicional es:







- SGA

Formando así un total de 15 ejercicios que se realizan en una sesión de 45-50' (ANEXO 2).

#### 3.3.3.1. Calentamiento / Core

El primero de los bloques a realizar, a modo de calentamiento, es el core, que como afirma Stuart McGill, un core resistente es necesario para un óptimo rendimiento y prevención de lesiones,<sup>76</sup> por lo que es necesario este tipo de trabajos en cualquier programa de prevención y readaptación. El Core se muestran en la tabla 16:

**Tabla 17: Calentamiento. Elaboración propia.**



CALENTAMIENTO / CORE					
					
<b>Transiciones</b>	<b>10 rep</b>	<b>Puente</b>	<b>10 rep</b>	<b>Isquio fitball con goma en rodillas</b>	<b>10 rep</b>
					
<b>Plancha frontal y lateral</b>			<b>2x20"</b>	<b>Cat-camell</b>	<b>10 rep</b>
				<b>Superman</b>	<b>10 rep</b>



### 3.3.3.2. Flexibilidad cadena posterior

A partir de aquí iremos a ejercicios más específicos, como la flexibilidad de la cadena posterior. Como lo hacemos casi al inicio de la sesión, antes de un trabajo de fuerza, es importante que el trabajo de flexibilidad no baje el tono muscular pero si consiga esas mejoras de extensibilidad de tejido por lo que los métodos seleccionados para tal fin son el masaje miofascial a un ritmo continuo y dinámico y el trabajo excéntrico en sostén (cinturón ruso). El método de trabajo se puede ver en la tabla 17:

**Tabla 18: Flexibilidad cadena posterior. Elaboración propia.**

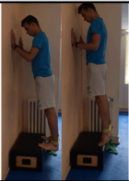

FLEXIBILIDAD CADENA POSTERIOR		
Foam Roller		2x1'
	Masaje miofascial tríceps sural de las dos piernas con foam roller. Tumbado boca arriba, solo con el apoyo de brazos en el suelo y el foam sobre un gemelo, masajeamos toda la zona durante 1 minuto, balanceándonos adelante y atrás, con ritmo constante y dinámico.	
Cinturón ruso isquio		3x10
	Colocamos el cinturón ruso sobre nuestras rodillas y lo tensionamos. Nos colocamos lo más erguidos posible y flexionamos el tronco sin perder la curvatura neutral de la espalda a la vez que espiramos por la boca, notando como estira toda la cadena posterior. Al llegar al punto máximo sin perder el neutral, regresamos a la posición inicial. El movimiento tiene que ser lo más controlado posible, bajando en 4 segundos y subiendo en 3.	

De esta forma tenemos un trabajo completo de la cadena posterior, empezando por el foam roller masajeando la zona más importante que es la de los tríceps surales tratando de liberarlos de una posible tensión excesiva que limite el movimiento de DF y posteriormente le sumamos toda la cadena posterior en el cinturón ruso mediante un trabajo activo excéntrico.

### 3.3.3.3. Fuerza específica de tobillo

Ya con la musculatura limitante de la DF activa y estirada, empezamos con las tareas específicas del tobillo. Estas se pueden ver en la tabla 18:

**Tabla 19: Fuerza específica de tobillo. Elaboración propia.**

FUERZA ESPECIFICA DE TOBILLO		
Excéntrico gemelo con goma + concéntrico tibial posterior		3x10
	Apoyados sobre un cajón con los dedos de los dos pies y las piernas extendidas, hacemos una contracción excéntrica de gemelos y posteriormente elevamos los talones tirando de una goma colocada entre los tobillos sin levantar los dedos del cajón. Fase excéntrica lenta y controlada (+/-3") y fase concentrica explosiva.	
Lunge para cápsula		2x15
	Colocamos un cincha sobre el astrágalo y ponemos el pie sobre un cajón 15 cm más alto que el cincha para que haya un óptimo desplazamiento posterior del astrágalo. Realizamos un lunge flexionando la rodilla llevándola en dirección al segundo dedo del pie. SIN LEVANTAR EL TALÓN.	

A pesar de que en ambas tareas existe un trabajo excéntrico de tríceps sural, la primera aparece en este bloque por la contracción concéntrica del tibial posterior, principal inversor del pie y gran elevador del arco longitudinal interno, al tirar de la goma elástica y separar los talones, de esta forma tratamos de que el pie modifique su forma para evitar la pronación. Además, fortalecemos el peroneo lateral largo al supinar el pie pero manteniendo fijo el dedo gordo en el cajón, de esta forma evitamos que el antepié se eleve, consiguiendo mayor efecto sobre la elevación del ALI.




La segunda tarea está pensada desde un enfoque artrocinemático en el que la cincha ayuda en el deslizamiento posterior del astrágalo permitiendo que tanto la tibia y el peroné no se bloqueen durante la DF. La cincha tiene que estar colocada con unos 15° de pendiente para que el deslizamiento del astrágalo sea correcto. De esta forma trabajamos directamente sobre la cápsula articular con la cincha y mediante el lunge estiramos los músculos plantarflexores.

#### **3.3.3.4. Fuerza funcional**

En este bloque nos centraremos en las cadenas miofasciales trabajando mediante ejercicios funcionales varios músculos a la vez implicados en la mejora de la DFROM. El primero de ellos es un squat con theraband en los dedos gordo, para trabajar mediante el windlass inverso el flexor largo del dedo gordo, que como vimos por su anatomía ayuda a la inversión y al varo de talón, además de ser un músculo importantísimo en la impulsión del miembro inferior. Además fortalecemos el peroneo lateral largo al mantener el dedo gordo fijo en el suelo mientras supinamos mediopie y retropié. También trabajamos con este ejercicio el vasto interno al extender la rodilla en los primeros grados de flexión y el gluteo medio al rotar la pierna externamente para no tocar el theraband durante el lunge, luchando así contra los movimientos valginizantes. En el segundo ejercicio realizamos un lunge con theraband en el dedo gordo, trabajando lo mismo que en el ejercicio anterior pero dando más protagonismo al gluteo medio al tener que estabilizar el movimiento y mantenernos en equilibrio al realizar la flexión de rodilla sobre una sola pierna.

Por último, el tercero consiste en bajar del escalón con una pierna, de esta forma realizamos un trabajo muy funcional de DF de tobillo, ya que a la hora de bajar escaleras es necesario un mayor ROMDF que durante la marcha. También potenciamos con este ejercicio cuádriceps y gluteo mayor y menor, pero principalmente este último. Además este ejercicio nos servirá como test para evaluar la funcionalidad de tobillo, rodilla, cadera y ritmo lumbopélvico, al implicar todas las articulaciones en un movimiento complejo. La tabla 19 muestra el método de trabajo de estos ejercicios:

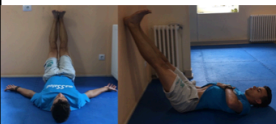
**Tabla 20: Funcional. Elaboración propia.**

<b>FUNCIONAL</b>		
<b>Squat con theraband dedo gordo</b>		<b>3x10</b>
	<p>Colocamos un theraband bajo nuestros dedos gordos y lo agarramos con nuestras manos a la altura del pecho.</p> <p>Realizamos una sentadilla sin levantar el talón, llevando las rodillas por fuera del theraband y flexionando el dedo gordo para que no se levante.</p> <p>Mantenemos la tensión en el theraband en todo momento.</p>	
<b>Lunge con theraband dedo gordo</b>		<b>3x10</b>
	<p>Colocamos un theraband bajo nuestro dedo gordo y lo agarramos con nuestras manos a la altura del pecho.</p> <p>Realizamos un lunge sin levantar el talón, llevando la rodilla por fuera del theraband y flexionando el dedo gordo para que no se levante.</p> <p>Mantenemos la tensión en el theraband en todo momento.</p>	
<b>Lateral Step Down</b>		<b>4x5</b>
	<p>Nos colocamos sobre un cajón solo con una pierna y la otra pierna al lado con la rodilla extendida. Flexionamos la rodilla hacia el segundo dedo hasta el punto en el que el talón esté a punto de levantarse o toquemos con el talón de la pierna contraria el suelo.</p> <p>Las manos en la cintura, mirada al frente, sacando pecho y culo para mantener la espalda con la curvatura neutra.</p>	

### 3.3.3.5. SGA

Para terminar, un ejercicio de SGA, esto es Streching Global Active, un sistema de estiramiento basada en la teoría de cadenas musculares creado por Souchart. Mezcla el control respiratorio con el mantenimiento de la postura y posterior movimiento excéntrico aportando mejoras del ROM y de la fuerza excéntrica además de servir para testar déficits musculares como acortamientos o debilidades y problemas neurológicos. Además implica una gran activación cognitiva al tener que estar concentrado y prestar mucha atención a las diferentes pautas de los ejercicios durante todo el ejercicio. Este método de trabajo está compuesto por varias posturas pero aquí nos centraremos en la “escuadra”, esta se centra en el estiramiento de la cadena posterior y trabajo isométrico del tibial anterior, el principal flexor dorsal del tobillo. Lo necesario para realizar este ejercicio se muestra en la tabla 20:

**Tabla 21: SGA. Elaboración propia.**

<b>SGA</b>		
<b>Escuadra (SGA)</b>		<b>5'</b>
	<p>En posición tendido supino con los talones en la pared, las piernas separadas a anchura de caderas y con las rodillas extendidas tirando de los dedos del pie hacia ti, colocamos nuestra espalda en neutral, nuestros brazos extendidos con las palmas mirando hacia arriba a la altura de nuestras caderas y nuestra curvatura cervical también neutra. Inspiramos por la nariz y exhalamos por la boca al mismo tiempo que hundimos pecho, cerramos costillas y hundimos ombligo sin perder el neutral (en ese orden).</p> <p>Mantenemos las postura durante 5 minutos, con los ojos cerrados.</p>	

### **3.4. Recursos humanos y materiales**

#### **3.4.1. Recursos humanos**

Para la realización de este proyecto necesitaremos sólo un sujeto que lleve a cabo la medición y valoración de las diferentes articulaciones, más que explique la realización de los ejercicios y este atento para dar feedback al instante. En este caso, he sido yo.

#### **3.4.2. Recursos materiales**

El material utilizado lo dividimos en dos partes. Uno, el material de la medición y valoración de las articulaciones (testaje), y otro, el material de la batería de ejercicios (sesión).

##### **3.4.2.1. Material de testaje**

- Inclinómetro digital (1).
- Goniómetro (1).
- Cinta métrica (1).
- Rotulador (1).
- Tarjeta (1)
- Cajón (1).
- Cámaras (2).

##### **3.4.2.2. Material de sesión**

- Goma elástica (1).
- Banda elástica verde (1).
- Fitball (1).
- Foam Roller (1).
- Cinturón ruso (1).
- Cajón (1).
- Correa (1).

### **4. EVALUACION DEL PROYECTO**

La mejor manera de evaluar el proyecto, es observando si sus objetivos se cumplen. Recordamos que los objetivos principales de este proyecto eran:

1. Mejorar el DFROM a través del ejercicio en sujetos sin patología.
2. Mejorar la funcionalidad del tobillo, rodilla y cadera en un Lateral Step Down.

Ya expuse anteriormente los criterios, procedimientos e instrumentos necesarios para valorar la DFROM y la funcionalidad en el apartado 3, con lo que podremos evaluar el éxito del proyecto.

Además, como ya he comentado, llevé a cabo este proyecto con 3 sujetos, 2 con limitación funcional en ambos tobillos y 1 con limitación capsular en los dos tobillos, y los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 22: Mejora del DFROM por valor. Elaboración propia.**

TEST DF	MEDIA DERECHA	MEDIA IZQUIERDA	MEDIA TOTAL
Rodilla flexionada	+4	+5	+4,5
Rodilla extendida	+6,66	+7,66	+7,16
En carga	+ 2	+1	+1,5

**Tabla 23: Mejora del DFROM por grupo. Elaboración propia.**

TEST DF	MEDIA
PRETEST DERECHA	REGULAR
PRETEST IZQUIERDA	REGULAR
POSTEST DERECHA	BUENO
POSTEST IZQUIERDA	BUENO

**Tabla 24: Resultados valoración funcional por valor. Elaboración propia.**

TEST	MEDIA
DERECHA	-2
IZQUIERDA	-2,33
TOTAL	-2,16

**Tabla 25: Resultados valoración funcional por grupo. Elaboración propia.**

TEST DF	MEDIA
PRETEST DERECHA	MALO
PRETEST IZQUIERDA	MALO
POSTEST DERECHA	REGULAR
POSTEST IZQUIERDA	BUENO

A pesar de que las estadísticas no son fiables debido a la escasa muestra, podemos observar que en los resultados son positivos y la batería de ejercicios es capaz de mejorar el DFROM y con ello, mejorar la funcionalidad del miembro inferior en un movimiento de Lateral Step Down.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. Kapandji AI. Fisiología articular. Tomo 2. 6ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010.
2. Perry J, Burnfield J. Análisis de la marcha. Normal y patológica. 1ª ed. Barcelona: Editorial Base; 2015.
3. Frank H, Netter M. Atlas de Anatomía Humana. 6ª ed. Barcelona: Masson; 2015.
4. Rouviere H, Delmas A. Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. 11ª ed. Barcelona: Masson; 2005.
5. Tortora GJ, Derrickson B. Principios de anatomía y fisiología. 13ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2013.
6. Schuster J, Chris Coetzee J, Stovitz SD. Foot pain: Biomechanical basics as a guide for assessment and treatment. *Phys Sportsmed*. 2009;37(2):80–6.
7. Kirby KA. Biomecánica del Pie y la Extremidad Inferior IV: Artículos de Precisión Intricast, 2009-2013. 1ª ed. Arizona: Precision Intricast; 2013.
8. Konor MM, Morton S, Eckerson JM, Grindstaff TL. Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther*. 2012;7(3):279–87.
9. Hall CM, Brody LT. Ejercicio terapéutico. Recuperación Funcional. Barcelona: Ed. Paidotribo; 2006.
10. Prentice WE. Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva. Barcelona: Ed. Paidotribo, 2001.
11. Luis J, Restoy F. Cinética de la articulación del tobillo en apoyo unipodal. *El peu*. 2004;24(2):74–82.
12. Macrum E, Bell DR, Boling M, Lewek M, Padua D. Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. *J Sport Rehabil*. 2012;21(2):144–50.
13. Park K-M, Cynn H-S, Choung S-D. Musculoskeletal predictors of movement quality for the forward step-down test in asymptomatic women. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2013;43(7):504–10.
14. Fong CM, Blackburn JT, Norcross MF, McGrath M, Padua DA. Ankle-dorsiflexion range of motion and landing biomechanics. *J Athl Train*. 2011;46(1):5–10.
15. Sahrmann S. Movement System Impairments Syndromes of the Extremities, Cervical and Thoracic Spines. 1ª ed. St. Louis. Missouri: Elsevier; 2010.
16. Powers CM. The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2010;40(2):42–51.
17. Presswood L, Cronin J, Keogh JWL, Whatman C. Gluteus Medius: Applied Anatomy, Dysfunction, Assessment, and Progressive Strengthening. *Strength Cond J*. 2008;30:41–53.
18. Myers TW. Anatomy Trains. Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapists. 2ª ed. London: Urban & Fischer; 2009.
19. Friel K, McLean N, Myers C, Caceres M. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. *J Athl Train*. 2006;41(1):74–8.

20. Beckman SM, Buchanan TS. Ankle inversion injury and hypermobility: Effect on hip and ankle muscle electromyography onset latency. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(12):1138–43.
21. Bohannon RW, Tiberio D, Zito M. Selected measures of ankle dorsiflexion range of motion: differences and intercorrelations. *Foot Ankle.* 1989;10(2):99–103.
22. Greene WB, Heckman JD. *The Clinical Measurement of Joint Motion.* Chicago: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1994.
23. Hislop HJ, Montgomery J. Daniels & Worthingham. *Técnicas de Balance Muscular.* 7ª ed. Madrid: Elsevier; 2003.
24. Kendall FP, Kendall E, Geise P, McIntyre P, Romani WA. *Músculos. Pruebas funcionales postura y dolor.* 5ª ed. Madrid: Marbán Libros; 2007.
25. Livingston LA, Stevenson JM, Olney SJ. Stairclimbing kinematics on stairs of differing dimensions. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72(6):398–402.
26. Cejudo A, Sainz de Baranda P, Ayala F, Santonja F. Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadores de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.* 2014;14(55):509–25.
27. Devita P, Skelly Wa. Effect of landing stiffness on joint kinetics and energetics in the lower extremity. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24(1):108–15.
28. Backman LJ, Danielson P. Low Range of Ankle Dorsiflexion Predisposes for Patellar Tendinopathy in Junior Elite Basketball Players: A 1-Year Prospective Study. *Am J Sports Med.* 2011;39(12):2626–33.
29. Rein S, Fabian T, Weindel S, Schneiders W, Zwipp H. The influence of playing level on functional ankle stability in soccer players. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2011;131(8):1043–52.
30. Rein S, Fabian T, Zwipp H, Mittag-Bonsch M, Weindel S. Influence of age, body mass index and leg dominance on functional ankle stability. *Foot ankle Int / Am Orthop Foot Ankle Soc [and] Swiss Foot Ankle Soc.* 2010;31(5):423–32.
31. Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Intrinsic Risk Factors of Noncontact Ankle Sprains in Soccer: A Prospective Study on 100 Professional Players. *Am J Sports Med.* 2012;40(8):1842–50.
32. Hawkins RD, Hulse MA, Wilkinson C, Hodson A, Gibson M. The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *Br J Sports Med.* 2001;35(1):43–7.
33. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. *Br J Sport Med.* 2004;38(August 2007):36–41.
34. Ekstrand J, Vouillamoz M, Papadimitriou N. *UEFA Elite Club Injury Report 2015 / 2016 Annual Report.* UEFA Medical Committee; 2016.
35. Vouillamoz, Marc and Earl M. *UEFA Elite Club Injury Report 2013 / 2014 Annual Report.* 2013;

36. Nery C, Raduan F, Baumfeld D. Foot and Ankle Injuries in Professional Soccer Players. Diagnosis, Treatment, and Expectations. Vol. 21, Foot and Ankle Clinics. 2016. p. 391–403.
37. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med.* 2006;40(9):767–72.
38. Malliaras P, Cook JL, Kent P. Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *J Sci Med Sport.* 2006;9(4): 304–9.
39. Whitting JW, Steele JR, McGhee DE, Munro BJ. Dorsiflexion capacity affects Achilles tendon loading during drop landings. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(4): 706–13.
40. Wong P, Hong Y. Soccer injury in the lower extremities. *Br J Sports Med.* 2005;39(8):473–82.
41. Keller CS, Noyes FR, Buncher CR. The medical aspects of soccer injury epidemiology. *Am J Sports Med.* 1988;16 Suppl 1(March):S105–12.
42. Ekstrand, J, Vouillamoz M, Papadimitriou N. UEFA injury study report. UEFA Medical Committee; 2016.
43. Hawkins R., Fuller C. A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *Br J Sports Med.* 1999;33(3):196–203.
44. Giza E, Fuller C, Junge A, Dvorak J. Mechanisms of foot and ankle injuries in soccer. *Am J Sports Med.* 2003;31(4):550–4.
45. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):278–85.
46. Jain N, Murray D, Kemp S, Calder J. Frequency and trends in foot and ankle injuries within an English Premier League Football Club using a new impact factor of injury to identify a focus for injury prevention. *Foot and Ankle Surgery.* 2014;20(4), 237–40.
47. Noya Salces J, Gómez-Carmona PM, Gracia-Marco L, Moliner-Urdiales D, Sillero-Quintana M. Epidemiology of injuries in First Division Spanish football. *J Sports Sci.* 2014;32(13):1263–70.
48. Badekas T, Papadakis S a, Vergados N, Galanakis SP, Siapkara A, Forgrave M, et al. Foot and ankle injuries during the Athens 2004 Olympic Games. *J Foot Ankle Res.* 2009;2:9.
49. Dvorak J, Junge A, Derman W, Schwellnus M. Injuries and illnesses of football players during the 2010 FIFA World Cup. *Br J Sports Med.* 2011;45(8):626–30.
50. Ekstrand J. Epidemiology of football injuries. *Sci Sport.* 2008;23(2):73–7.
51. Junge A, Dvořák J. Football injuries during the 2014 FIFA World Cup. *Br J Sports Med.* 2015;49(9):599–602.
52. Denegar CR, Hertel J, Fonseca J. The effect of lateral ankle sprain on dorsiflexion range of motion, posterior talar glide, and joint laxity. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002;32(4):166–73.



53. Kim K, Jeon K. Development of an efficient rehabilitation exercise program for functional recovery in chronic ankle instability. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(5):1443–7.
54. Jeon IC, Kwon OY, Yi CH, Cynn HS, Hwang UJ. Ankle-dorsiflexion range of motion after ankle self-stretching using a strap. *J Athl Train.* 2015;50(12):1226–32.
55. McHugh N, McAuliffe S, O’Sullivan K. Eccentric training for hamstring injury, and its relationship to strength and flexibility: A case-series. *Physiother Pract Res.* 2014;35(2):111–22.
56. Halperin I, Aboodarda SJ, Button DC, Andersen LL, Behm DG. Roller massager improves range of motion of plantar flexor muscles without subsequent decreases in force parameters. *Int J Sports Phys Ther.* 2014;9(1):92–102.
57. García H. Enciclopedia anatómica del Foam Roller. *Apuntes de curso.* 2015
58. 1. Bennell KL, Talbot RC, Wajswelner H, Techovanich W, Kelly DH, Hall AJ. Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *Aust J Physiother.* 1998;44(3):175–80.
59. Bolgia LA, Malone TR. Plantar Fasciitis and the Windlass Mechanism: A Biomechanical Link to Clinical Practice. *J Athl Train.* 2004;39(1):77–82.
60. Brody DM. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. *Orthop Clin North Am.* 1982;13(3):541–58.
61. Shrader J a, Popovich JM, Gracey GC, Danoff J V. Navicular drop measurement in people with rheumatoid arthritis: interrater and intrarater reliability. *Phys Ther.* 2005;85(7):656–64.
62. Mueller MJ, Host J V, Norton BJ. Navicular drop as a composite measure of excessive pronation. Vol. 83, *Journal of the American Podiatric Medical Association.* 1993. p. 198–202.
63. Sell KE, Verity TM, Worrell TW, Pease BJ, Wigglesworth J. Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;19(3):162–7.
64. Shultz SJ, Nguyen A-D, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynnon BD. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies. *Clin J Sport Med.* 2006;16(2):155–61. 2006;16:155-61
65. Deng J, Joseph R, Wong CK. Reliability and validity of the sit-to-stand navicular drop test: Do static measures of navicular height relate to the dynamic navicular motion during gait? *Journal of Student Physical Therapy Research* 2010;2:21-8.
66. Menz HB. Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1998;88(3):119–29.
67. Viladot A. Quince lecciones sobre patología del pie. 2ª ed. Barcelona: Springer; 2000.
68. Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *J Athl Train.* 2002;37(2):129–32.
69. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res.* 2008;1(1):6.

70. Albert C. Pie plano infantil. Tratamiento conservador y postquirúrgico. III Documento: Sociedad Española de Fisioterapia en Pediatría; 2009.
71. Elvira J, Vera-García F, Meana M, García J. Análisis Biomecánico del apoyo plantar en la marcha atlética. Relación entre la huella plantar, ángulos de la articulación subastragalina y presiones plantares. Eur Jorunal Hum Mov. 2008;41–60.
72. Kirby KA. Rotational equilibrium across the subtalar joint axis. J Am Podiatr Med Assoc. 1989;79(1):1–14.
73. Rabin A, Kozol Z, Park K-M, Cynn H-S, Choung S-D, Loudon JK, et al. Measures of range of motion and strength among healthy women with differing quality of lower extremity movement during the lateral step-down test. J Orthop Sports Phys Ther. 2010; 40(12): 792–800.
74. Rabin A, Kozol Z, Moran U, Efergan A, Geffen Y, Finestone AS. Factors associated with visually assessed quality of movement during a lateral step-down test among individuals with patellofemoral pain. J Orthop Sports Phys Ther. 2014;44(12):937–46.
75. Piva SR, Fitzgerald K, Irrgang JJ, Jones S, Hando BR, Browder DA, et al. Reliability of measures of impairments associated with patellofemoral pain syndrome. BMC Musculoskelet Disord. 2006;7(1):33.
76. McGill S. Core Training: Evidence Translating to Better Performance and Injury Prevention. Strength Cond J. 2010;32(3):33–46.

## 6. ANALISIS DE LAS COMPETENCIAS

### 6.1. Competencias específicas

En este apartado se enumeran todas las competencias específicas del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte que fueron necesarias para la realización del TFG, desde la A1 hasta la A36, siendo señaladas de color grisáceo aquellas competencias empleadas para la elaboración de este trabajo y en blanco las que no fueron adquiridas en el grado. Además, se expone el nivel de adquisición de tales competencias en la carrera de 1 a 5 siendo 1 nada, 2 poco, 3 regular, 4 bien y 5 perfecto.

**Tabla 25: Competencias específicas del Grado CAFYDE**

COMPETENCIAS	NIVEL DE ADQUISICION	CÚANDO Y DÓNDE	JUSTIFICACIÓN
<b>A.14</b>	2	Actividad física saludable y calidad de vida II (4º curso)	Esta competencia es la clave principal de mi TFG, ya que es una propuesta para prevenir lesiones y mejorar el rendimiento mediante el diseño, la planificación, la evaluación y el desarrollo de programa de ejercicios.
<b>A.15</b>	2	<ul style="list-style-type: none"><li>- Psicología de la AF y Deporte. (2º curso)</li><li>- Pedagogía de la AF y Deporte (1º curso)</li><li>- Sociología de la AF y Deporte (2º curso)</li><li>- Proceso de E/A de la AF y Deporte (3º curso)</li></ul>	En todo programa de ejercicios en el que te relaciones con otros sujetos, tienes que saber utilizar técnicas para poder sacar el máximo partido a cada situación.

<b>A.23</b>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teoría y práctica del ejercicio (2º Curso)</li> <li>- Biomecánica del movimiento humano (2º curso)</li> <li>- Fisiología del ejercicio II (3º Curso)</li> <li>- Avances en el entrenamiento de fuerza y resistencia (3º curso)</li> <li>- Teoría y práctica del entrenamiento deportivo (4º Curso)</li> <li>- A.F. saludable y calidad de vida II (4º Curso)</li> </ul>	<p>Antes y después de la realización del programa de ejercicios, se realiza un pretest y un posttest para valorar la condición física inicial y la final. A partir de la cual se prescribe la batería de ejercicios.</p>
<b>A.25</b>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bases de la EF y Deporte (1º curso)</li> <li>- Fútbol y su didáctica I (1º curso)</li> <li>- Fútbol y su didáctica II (3º curso)</li> <li>- Teoría y práctica del entrenamiento deportivo (4º Curso)</li> <li>- Metodología del rendimiento deportivo (3º curso)</li> </ul>	<p>Es imprescindible comprender el deporte, en este caso el fútbol, y sus exigencias motoras y consecuencias para poder desarrollar un trabajo preventivo.</p>

A.27	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anatomía y cinesiología del movimiento humano (1º Curso)</li> <li>- Fisiología del ejercicio I (2º Curso)</li> <li>- Fisiología del ejercicio II (3º Curso)</li> <li>- Aprendizaje y control motor (2º Curso)</li> <li>- Psicología de la A.F. y el Deporte (2º Curso)</li> <li>- Sociología de la actividad física y del deporte (2º Curso)</li> <li>- Biomecánica del movimiento humano (2º Curso)</li> <li>- A.F. saludable y calidad de vida I (3º Curso)</li> <li>- Actividad física saludable y calidad de vida II (4º Curso)</li> <li>- Teoría y práctica del entrenamiento deportivo (4º Curso)</li> <li>- Metodología del rendimiento deportivo (3º curso)</li> </ul>	<p>Es necesaria la comprensión del movimiento desde su anatomía, fisiología y biomecánica y desde su aspecto social para poder prescribir ejercicios adecuados al objetivo-</p>
------	---	---	---

<b>A.28</b>	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teoría y práctica del ejercicio (2º Curso)</li> <li>- Biomecánica del movimiento humano (2º curso)</li> <li>- Fisiología del ejercicio II (3º Curso)</li> <li>- Avances en el entrenamiento de fuerza y resistencia (3º curso)</li> <li>- Teoría y práctica del entrenamiento deportivo (4º Curso)</li> <li>- A.F. saludable y calidad de vida II (4º Curso)</li> </ul>	<p>Antes y después de la realización del programa de ejercicios, se realiza una valoración funcional para evaluar la progresión.</p>
<b>A.33</b>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teoría y práctica del entrenamiento deportivo (4º Curso)</li> <li>- A.F. saludable y calidad de vida II (4º Curso)</li> <li>- Teoría y práctica del ejercicio (2º Curso)</li> <li>- Fútbol y su didáctica I (1º curso)</li> <li>- Fútbol y su didáctica II (3º curso)</li> </ul>	<p>En la batería de ejercicios, se puede observar material deportivo. Por lo tanto es necesario el conocimiento de dicho material, saber seleccionarlo y utilizarlo de la manera más óptima.</p>

A.36	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biomecánica del movimiento humano (2º Curso)</li> <li>- Metodología de la investigación en A.F. y Deporte (3º Curso)</li> <li>- A.F. saludable y calidad de vida II (4º Curso)</li> <li>- Tecnología en A.F. y deporte (4º Curso)</li> </ul>	<p>En la era actual, la era de la tecnología saber aplicar métodos tecnológicos para un mayor conocimiento y rendimiento es obligatorio para marcar la diferencia. En este trabajo, tuve que llevar a cabo una revisión bibliográfica para obtener información fiable sobre mi tema de estudio. Además del uso de dispositivos y aplicaciones para evaluar los testajes realizados.</p>
------	---	---	---

Como conclusión, podemos observar que todas las competencias necesarias para la realización del TFG fueron adquiridas durante el desarrollo del Grado.

## 6.2. Competencias transversales

En este apartado se enumeran todas las competencias transversales del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte que fueron necesarias para la realización del TFG, desde la B1 hasta la B20, siendo señaladas de color grisáceo aquellas competencias empleadas para la elaboración de este trabajo y en blanco las que no fueron adquiridas en el grado. Además, se expone el nivel de adquisición de tales competencias en la carrera de 1 a 5 siendo 1 nada, 2 poco, 3 regular, 4 bien y 5 perfecto.

**Tabla 26: Competencias transversales del Grado CAFYDE**

COMPETENCIAS	NIVEL DE ADQUISICION	CÚANDO Y DÓNDE	JUSTIFICACIÓN
<b>B.1</b>	4	En todas las asignaturas de la carrera	Imprescindible el conocimiento del método y las diferentes estrategias para el aprendizaje para la realización de este TFG, ya que sin esta competencia adquirida sería imposible.
<b>B.2</b>	4	En todas las asignaturas de la carrera	Ante los problemas acaecidos durante el desarrollo del TFG, es importante mantener la calma y buscar la mejor solución para solventarlos.
<b>B.3</b>	4	En todas las asignaturas de la carrera	Al ser una TFG de intervención con experiencia vivida, se trabaja directamente en un contexto de la AF de forma autónoma y con iniciativa.
<b>B.5</b>	5	En todas las asignaturas de la carrera	Una de los puntos a favor del Grado y del TFG es el desarrollo integral como persona, formándote ética y socialmente.



<b>B.7</b>	4	En todas las asignaturas de la carrera	Es necesario saber gestionar toda la información que se busca. En este TFG hay 76 referencias bibliográficas por lo que la gestión de la información fue muy importante.
<b>B.8</b>	4	En todas las asignaturas de la carrera	Con la realización de este trabajo he intentado aplicar todo lo aprendido durante la carrera, con el fin de realizar un trabajo de la forma más profesional y científica posible.
<b>B.9</b>	3	En todas las asignaturas de la carrera	La mayoría de los artículos encontrados y utilizados son en inglés, por lo que este TFG me aportó una mejora en la comprensión de la lengua inglesa, ya que acabé entendiéndolos perfectamente.

<b>B.10</b>	4	En todas las asignaturas de la carrera	La búsqueda en bases de datos científicas y la utilización de dispositivos digitales y de aplicaciones informáticas, fueron el pan de cada día en este TFG.
<b>B.12</b>	4	En todas las asignaturas de la carrera	Este TFG es una continuación de mis prácticas en el ámbito de la salud, por lo que me aportó los principios éticos necesarios para el correcto ejercicio profesional.
<b>B.13</b>	3	Metodología de investigación en AF y Deporte (3º curso)	Se llevó a cabo un revisión bibliográfica y una especie de investigación al tratar los datos del pretest y posttest, aunque sin llevar a cabo las fórmulas de estadística.
<b>B.14</b>	4	En todas las asignaturas de la carrera	Es necesario conocer el papel del fisioterapeuta y el del preparador físico en el ámbito de la salud y el rendimiento.

<b>B.16</b>	4	En todas las asignaturas de la carrera	Al realizar un proyecto de intervención es muy importante dominar tanto el lenguaje verbal como el no verbal, porque tratas directamente con otras personas.
<b>B.18</b>	5	En todas las asignaturas de la carrera	El TFG me ayudó a involucrarme más con mi profesión, a conocerla mejor y a defenderla ante cualquier situación de amenaza, ya que me siento muy afín a ella.
<b>B.19</b>	5	En todas las asignaturas de la carrera	Si algo me aportó el TFG es la seriedad para la realización de mi trabajo y una actitud de esfuerzo y constancia para llevarla a cabo.
<b>B.20</b>	5	En todas las asignaturas de la carrera	Este TFG es una continuación de mis prácticas en el ámbito de la salud, por lo que me ayudó a conocer, reflexionar y adquirir hábitos y destrezas para el aprendizaje autónomo y el trabajo en equipo.

Al igual que con las competencias específicas, todas las competencias transversales necesarias para la realización del TFG fueron adquiridas durante el desarrollo del Grado.

### 6.3. Competencias nucleares

En este apartado se enumeran todas las competencias nucleares del Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte que fueron necesarias para la realización del TFG, desde la C1 hasta la C8, siendo señaladas de color grisáceo aquellas competencias empleadas para la elaboración de este trabajo y en blanco las que no fueron adquiridas en el grado. Además, se expone el nivel de adquisición de tales competencias en la carrera de 1 a 5 siendo 1 nada, 2 poco, 3 regular, 4 bien y 5 perfecto.

**Tabla 28: Competencias nucleares del Grado CAFYDE**

COMPETENCIAS	NIVEL DE ADQUISICION	CÚANDO Y DÓNDE	JUSTIFICACIÓN
C1	5	En todas las asignaturas.	Esta competencia es imprescindible ya que todo TFG conlleva el trato y la divulgación de información mediante la comunicación.
C2	3	En todas las asignaturas.	Este TFG me ayudó a una mejor comprensión de la lengua inglesa.
C3	5	- Metodología de la investigación en la AF y Deporte. (3º curso) - Tecnología en AF y Deporte	Es imprescindible el uso de las nuevas tecnologías para la realización de este TFG, por lo que esta competencia fue fuertemente desarrollada.
C4	4	En todas las asignaturas.	Encontrar un problema y buscar un solución es la piedra angular de este TFG por lo que esta competencia fue fuertemente desarrollada.

<b>C5</b>	3	En todas las asignaturas.	Emprender significa intentar cambiar una situación por otra mejor. Esto es lo que hago en mi TFG.
<b>C6</b>	4	En todas las asignaturas.	En la realización de este trabajo ha sido crucial saber seleccionar la información relevante y saber rechazar la banal e innecesaria. Ahora mismo vivimos en la era de la información, donde el acceso a la misma es muy fácil. El principal problema que nos encontramos es que existe mucha información y como profesionales, tenemos que conocer cuál es la que debemos incluir y cual no.
<b>C7</b>	4	En todas las asignaturas.	Esto está muy marcado en esta carrera. Yo creo que es porque los conocimientos con los que salimos del Grado son tan reducidos que es obligatorio formarse continuamente y buscar métodos de aprendizaje alternativos.

Como en las otras competencias, en estas también se adquirieron todas las necesarias para la realización del TFG.

#### **6.4. Análisis crítico**

Tras el análisis, una tras una, de las competencias específicas, transversales y nucleares del Grado de la Actividad Física y Deporte llego a la conclusión de que salgo formado como persona, que mi actitud se ha modificado con el paso de los cursos en esta carrera, soy una persona más involucrada en mi profesión, más seria y más profesional, al que le

encanta trabajar y aprender en este ámbito. Pero también me doy cuenta, ahora que estoy terminando la carrera y que ya he empezado a trabajar en una clínica de fisioterapia, de mis grandes lagunas en el ámbito de la salud.

A pesar de aprobar todas las asignaturas y con buenas notas en las asignaturas referentes a este ámbito, y tras repasar las competencias específicas, creo que es necesario que me siga formando en la área de la salud y la preparación física para cometer los mínimos errores posibles, ya que realmente me dieron miedo mis primeros días como profesional en la clínica.

Esto puede deberse a las pocas asignaturas relacionadas con este ámbito que se dan en el Grado, por ejemplo la asignatura de 4º Actividad física saludable y calidad de vida son, en mi opinión, prácticamente 4 asignaturas diferentes impartidas en un sólo cuatrimestre. Y si buscamos alguna asignatura más en este ámbito, nos cuesta encontrarla... o podemos añadir a esta lista la asignatura de Teoría y práctica del ejercicio pero eso sí, “cogiéndola con pinzas”.

## ANEXO I. PLANILLA DE VALORACIÓN

DATOS PERSONALES									
Nombre y apellidos:				DNI:			Nº de sujeto:		
Nº de contacto:				Fecha de nacimiento:			Grupo:		
Deporte:				Categoría:			Sexo: M      F		
Historial de lesiones:						End Feel derecho:		End Feel izquierdo:	
FECHA SESIONES									
PRETEST:		1ª		2ª		3ª			
POSTEST:		4ª		5ª		6ª			
VALORACION ANALITICA DEL TOBILLO									
PRETEST ROM DF TOBILLO DERECHO									
POSICION	TEST	ROMi	VALOR			ΣVALORES	GRUPO		
			0	1	2		BUENO	REGULAR	MALO
DESCARGA	Rodilla flexionada								
	Rodilla extendida								
CARGA	Lunge Test	Distancia							
		ROM							
PRETEST ROM DF TOBILLO IZQUIERDO									
POSICION	TEST	ROMi	VALOR			ΣVALORES	GRUPO		
			0	1	2		BUENO	REGULAR	MALO
DESCARGA	Rodilla flexionada								
	Rodilla extendida								
CARGA	Lunge Test	Distancia							
		ROM							
POSTEST ROM DF TOBILLO DERECHO									
POSICION	TEST	ROMf	VALOR			ΣVALORES	GRUPO		
			0	1	2		BUENO	REGULAR	MALO
DESCARGA	Rodilla flexionada								
	Rodilla extendida								
CARGA	Lunge Test	Distancia							
		ROM							
POSTEST ROM DF TOBILLO IZQUIERDO									
POSICION	TEST	ROMf	VALOR			ΣVALORES	GRUPO		
			0	1	2		BUENO	REGULAR	MALO
DESCARGA	Rodilla flexionada								
	Rodilla extendida								
CARGA	Lunge Test	Distancia							
		ROM							
TEST		VALORES			ΣVALORES				
		0	1	2	0	1-4	≥5		
RODILLA FLEXIONADA		≥20°	10°-19,9°	<10°	BUENO	REGULAR	MALO		
RODILLA EXTENDIDA		≥10°	5°-10°	<5°					
LUNGE TEST	Distancia a pared	≥10cm	5-10cm	<5cm					
	ROM	≥40,8°	20,4°-40,7°	<20,4°					

### VALORACION ARTICULAR ANALITICA

#### PRETEST

ARTICULACION	TEST	LADO DERECHO		LADO IZQUIERDO	
		RESULTADO	VALOR	RESULTADO	VALOR
PIE	WINDLASS				
	NAVICULAR DROP				
	LINEA HELBING				
SUBASTRAGALINA	EJE SUBASTRAGALINO				
CADERA	ROM ROTACION INTERNA				
	ROM ROTACION EXTERNA				

#### POSTEST

ARTICULACION	TEST	LADO DERECHO		LADO IZQUIERDO	
		RESULTADO	VALOR	RESULTADO	VALOR
PIE	WINDLASS				
	NAVICULAR DROP				
	LINEA HELBING				
SUBASTRAGALINA	EJE SUBASTRAGALINO				
CADERA	ROM ROTACION INTERNA				
	ROM ROTACION EXTERNA				

IMAGEN EJE SUBASTRAGALINO IZQUIERDO PRETEST

IMAGEN EJE SUBASTRAGALINO DERECHO PRETEST

IMAGEN EJE SUBASTRAGALINO IZQUIERDO POSTEST

IMAGEN EJE SUBASTRAGALINO DERECHO POSTEST

#### VALORES NORMATIVOS

TEST	VALORES		Σ VALORES			
	1	0		0	1-3	≥4
WINDLASS	No elevación ALI ni R.E. tibia	Sí elevación ALI y R.E. tibia	<b>GRUPO</b>	BUENO	REGULAR	MALO
NAVICULAR DROP	≥ 10mm	< 10mm				
LINEA DE HELBING	Calcaneo en valgo	Calcaneo neutro o varo				
EJE SUBASTRAGALINO	Eje más medial	Eje neutro o más lateral				
ROM ROTACION INTERNA CADERA	≤ 40°	> 40°				



## VALORACION ARTICULAR FUNCIONAL

### PRETEST DERECHA

CRITERIO	INTERPRETACION	VALORES	Σ VALORES			
Estrategia de brazos	Quitar la manos de la cintura			BUENO	REGULAR	MALO
Alineación del tronco	Movimiento en cualquier dirección					
Plano de la pelvis	Pérdida del plano horizontal					
Posición de la rodilla	Tuberosidad tibial al segundo dedo					
	Tuberosidad tibial al borde medial del pie					
Postura firme	El paciente pisó sobre la extremidad no probada, o el pie vaciló de lado a lado					

### PRETEST IZQUIERDA

CRITERIO	INTERPRETACION	VALORES	Σ VALORES	GRUPO		
Estrategia de brazos	Quitar la manos de la cintura			BUENO	REGULAR	MALO
Alineación del tronco	Movimiento en cualquier dirección					
Plano de la pelvis	Pérdida del plano horizontal					
Posición de la rodilla	Tuberosidad tibial al segundo dedo					
	Tuberosidad tibial al borde medial del pie					
Postura firme	El paciente pisó sobre la extremidad no probada, o el pie vaciló de lado a lado					

### POSTEST DERECHA

CRITERIO	INTERPRETACION	VALORES	Σ VALORES	GRUPO		
Estrategia de brazos	Quitar la manos de la cintura			BUENO	REGULAR	MALO
Alineación del tronco	Movimiento en cualquier dirección					
Plano de la pelvis	Pérdida del plano horizontal					
Posición de la rodilla	Tuberosidad tibial al segundo dedo					
	Tuberosidad tibial al borde medial del pie					
Postura firme	El paciente pisó sobre la extremidad no probada, o el pie vaciló de lado a lado					






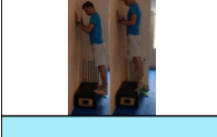




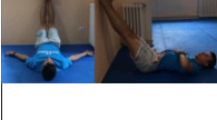
### POSTEST IZQUIERDA

CRITERIO	INTERPRETACION	VALORES	Σ VALORES	GRUPO		
Estrategia de brazos	Quitar la manos de la cintura			BUENO	REGULAR	MALO
Alineación del tronco	Movimiento en cualquier dirección					
Plano de la pelvis	Pérdida del plano horizontal					
Posición de la rodilla	Tuberosidad tibial al segundo dedo					
	Tuberosidad tibial al borde medial del pie					
Postura firme	El paciente pisó sobre la extremidad no probada, o el pie vaciló de lado a lado					

### VALORES NORMATIVOS

CRITERIO	INTERPRETACION	VALORES	Σ VALORES			
Estrategia de brazos	Quitar la manos de la cintura	1	GRUPO	0-1	2-3	≥4
Alineación del tronco	Movimiento en cualquier dirección	1		BUENO	REGULAR	MALO
Plano de la pelvis	Pérdida del plano horizontal	1				
Posición de la rodilla	Tuberosidad tibial medial al segundo dedo	1				
	Tuberosidad tibial medial al borde medial del pie	2				
Postura firme	El paciente pisó sobre la extremidad no probada, o el pie vaciló de lado a lado	1				

## ANEXO II. BATERIA DE EJERCICIOS

CALENTAMIENTO / CORE						
	Transiciones	10 rep		Puente	10 rep	
	Isquio fitball con goma en rodillas		10 rep			
	Plancha frontal y lateral		2x20"		Cat-camell	10 rep
	Superman		10 rep			
FLEXIBILIDAD CADENA POSTERIOR						
Foam Roller					2x1'	
	Masaje miofascial tríceps sural de las dos piernas con foam roller. Tumbado boca arriba, sólo con el apoyo de brazos en el suelo y el foam sobre un gemelo, masajearmos toda la zona durante 1 minuto, balanceándonos adelante y atrás, con ritmo constante y dinámico.					
Cinturón ruso isquio					3x10	
	Colocamos el cinturón ruso sobre nuestras rodillas y lo tensionamos. Nos colocamos lo más erguidos posible y flexionamos el tronco sin perder la curvatura neutral de la espalda a la vez que espiramos por la boca, notando como estira toda la cadena posterior. Al llegar al punto máximo sin perder el neutral, regresamos a la posición inicial. El movimiento tiene que ser lo más controlado posible, bajando en 4 segundos y subiendo en 3.					
FUERZA ESPECIFICA DEL TOBILLO						
Excéntrico gemelo con goma + concéntrico tibial posterior					3x10	
	Apoyados sobre un cajón con los dedos de los dos pies y las piernas extendidas, hacemos una contracción excéntrica de gemelos y posteriormente elevamos los talones tirando de una goma colocada entre los tobillos sin levantar los dedos del cajón. Fase excéntrica lenta y controlada (+/-3") y fase concentrica explosiva.					
Lunge para cápsula					2x15	
	Colocamos un cincha sobre el astrágalo y ponemos el pie sobre un cajón 15 cm más alto que el cincha para que haya un óptimo desplazamiento posterior del astrágalo. Realizamos un lunge flexionando la rodilla llevándola en dirección al segundo dedo del pie. SIN LEVANTAR EL TALÓN.					
FUNCIONAL						
Squat con theraband dedo gordo					3x10	
	Colocamos un theraband bajo nuestros dedos gordos y lo agarramos con nuestras manos a la altura del pecho. Realizamos una sentadilla sin levantar el talón, llevando las rodillas por fuera del theraband y flexionando el dedo gordo para que no se levante. Mantenemos la tensión en el theraband en todo momento.					
Lunge con theraband dedo gordo					3x10	
	Colocamos un theraband bajo nuestro dedo gordo y lo agarramos con nuestras manos a la altura del pecho. Realizamos un lunge sin levantar el talón, llevando la rodilla por fuera del theraband y flexionando el dedo gordo para que no se levante. Mantenemos la tensión en el theraband en todo momento.					
Lateral Step Down					4x5	
	Nos colocamos sobre un cajón solo con una pierna y la otra pierna al lado con la rodilla extendida. Flexionamos la rodilla hacia el segundo dedo hasta el punto en el que el talón esté a punto de levantarse o toquemos con el talón de la pierna contraria el suelo. Las manos en la cintura, mirada al frente, sacando pecho y culo para mantener la espalda con la curvatura neutra.					
SGA						
Escuadra (SGA)					5'	
	En posición tendido supino con los talones en la pared, las piernas separadas a anchura de caderas y con las rodillas extendidas tirando de los dedos del pie hacia ti, colocamos nuestra espalda en neutral, nuestros brazos extendidos con las palmas mirando hacia arriba a la altura de nuestras caderas y nuestra curvatura cervical también neutra. Inspiramos por la nariz y exhalamos por la boca al mismo tiempo que hundimos pecho, cerramos costillas y hundimos ombligo sin perder el neutral (en ese orden). Mantenemos las postura durante 5 minutos, con los ojos cerrados.					